COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 NOVEMBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Résumé des observations faites dans les sept dernières années à l'Observatoire de Neuchâtel, sur les chronomètres munis de spiraux à courbes finales théoriques.* Note de **M. Phillips**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un résumé succinct des observations faites à l'Observatoire de Neuchâtel (Suisse), depuis 1864 jusqu'en 1870, c'est-à-dire pendant les sept dernières années, sur des chronomètres munis de spiraux à courbes terminales théoriques ou déterminées d'après les règles que j'ai établies dans mon Mémoire de 1860 sur le spiral réglant. Ces documents sont extraits des rapports annuels adressés par le Dr Hirsch, directeur de cet observatoire, à la Commission d'inspection. Ils résultent aussi d'une visite que je viens de faire dans le canton de Neuchâtel, particulièrement à Neuchâtel et au Locle.

» Dans ces rapports, le Directeur de l'Observatoire s'est proposé, entre autres questions, d'examiner l'influence des courbes terminales théoriques sur l'isochronisme. Voici comment il s'exprime à ce sujet dans celui relatif au concours de 1869 :

« Jusqu'à quel point l'application toujours plus répandue de la courbe finale de Phillips

a-t-elle amélioré le réglage de l'isochronisme, et combien notre chronométrie s'est perfectionnée sous ce rapport important, cela résulte du tableau suivant, dans lequel j'indique, pour les années consécutives, la variation moyenne du plat au pendu; elle a été

	s
En 1864, de	8,21
1865,	6,18
1866,	3,56
1867,	3,57
1868,	2,44
1869,	2,43
1870,	2,37 (1). »

» Le Dr Hirsch évalue d'ailleurs maintenant à plus des $\frac{9}{10}$ le nombre des chronomètres présentés au concours et qui, d'après les indications des constructeurs, sont munis de spiraux plats ou cylindriques, à courbes terminales théoriques. Il dit, de plus (p. 8 du Rapport sur l'exercice de 1870):

« L'emploi du spiral à courbe Phillips est devenu presque général pour les montres de précision. »

» Le nombre total des chronomètres qui ont reçu, en 1870, des bulletins de marche, est de 168.

» Les spiraux à courbes terminales théoriques ont encore l'avantage de faire disparaître une cause d'irrégularité dans la marche, en annulant la pression exercée par le spiral contre l'axe du balancier. A ce point de vue, il est intéressant d'examiner le tableau suivant, dressé par le Dr Hirsch dans son dernier Rapport, et qui donne, par année, de 1862 à 1870, la variation diurne moyenne de la marche pour tous les chronomètres soumis au concours :

	Variation diurne moyenne.
	s
En 1862, de	1,61
1863,	1,28
1864,	1,27
1865,	0,88
1866,	0,74
1867,	0,66
1868,	0,57
1869,	0,60
1870,	0,54

» Voici maintenant les résultats fournis aux deux points de vue précé-

(1) Ce dernier nombre résulte du Rapport sur l'exercice de 1870.

demment examinés par les quatre chronomètres classés les premiers au concours de 1869 :

	Variation moyenne du plat au pendu.	Variation diurne moyenne.
	s	s
N° 1. M. Ulysse Nardin, au Locle........	+ 0,39	0,19
N° 2. MM. Grandjean et Cie, au Locle......	— 0,98	0,23
N° 3. M. Guinand-Mayer, aux Brenets......	— 1,07	0,24
N° 4. M. Ulysse Breting, au Locle.........	+ 2,41	0,26

» Voici encore le tableau analogue pour le concours de 1870, en passant le chronomètre n° 1, qui, ayant la construction de chronomètre de marine, n'a pas été soumis aux épreuves d'isochronisme (sa variation diurne moyenne a été seulement de $0^s,12$) :

	Variation moyenne du plat au pendu.	Variation diurne moyenne.
	s	s
N° 2. MM. Borel et Courvoisier, à Neuchâtel.	+ 0,59	0,17
N° 3. Association ouvrière, au Locle........	+ 0,71	0,21
N° 4. M. Paul Matthey-Doret, au Locle.....	+ 0,23	0,24
N° 5. M. Ulysse Nardin, au Locle.........	— 0,21	0,27

» Tous les chronomètres qui figurent dans les deux tableaux précédents sont munis de spiraux à courbes terminales théoriques.

» J'ajouterai que, comme règle générale, les balanciers des chronomètres font, dans la position verticale, des oscillations d'environ 440 degrés, angle que j'ai démontré, dans un Mémoire spécial, jouir de la propriété d'annuler les perturbations dues au poids du balancier, lorsque son centre de gravité n'est pas exactement situé sur l'axe de rotation.

» Avant de terminer cette Communication, je crois devoir signaler un fait qui a été découvert récemment par M. Grossmann, ancien régleur au Locle, et actuellement directeur de l'École d'horlogerie de cette ville. Il consiste en ce que les deux courbes terminales théoriques d'un spiral cylindrique peuvent être prises de types différents pour chacune d'elles. Cette loi, qui est importante dans l'application, a été démontrée d'une manière particulière, que je n'ai pas eu occasion de connaître, par M. Grossmann. De plus, elle a été vérifiée expérimentalement, au point de vue de l'isochronisme, notamment par M. Otto Kaurup, habile régleur du Locle. Je viens, de mon côté, de la démontrer mathématiquement comme conséquence d'un nouveau théorème général, que j'ai établi relativement au spiral réglant, et dont je donnerai la démonstration dans une prochaine Communication. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la répartition de la potasse et de la soude dans les végétaux* (4e Mémoire); *par* **M. Eug. Peligot.**

« En poursuivant les recherches que j'ai entreprises depuis plusieurs années sur la répartition des alcalis dans les végétaux, j'ai été conduit à examiner les terrains situés sur les bords de la mer, dans le département de la Vendée, qui m'ont fourni les plantes ayant servi aux études dont j'ai entretenu l'Académie dans sa séance du 20 décembre 1869.

» Ce dernier travail avait pour objet principal la recherche des sels de soude ou plutôt du sel marin dans les produits de l'incinération de ces plantes; j'ai montré qu'en effet ces produits renferment une assez grande quantité de chlorure de sodium, que les vents et la poussière des vagues déposent à la surface des végétaux soumis à leur influence; mais la présence du sel dans ces cendres n'implique en aucune façon que celui-ci ait été emprunté au sol par les radicelles de ces mêmes plantes : j'ai établi, par des analyses faites avec les plus grands soins, que les tubercules de pommes de terre venues dans ces terrains sont absolument exempts de produits sodiques, par cela même que leur mode de végétation les abrite du contact de l'air salé.

» Cette étude était le complément de recherches antérieures dans lesquelles j'ai montré que, contrairement aux idées reçues et à l'opinion des agronomes les plus autorisés, la plupart des végétaux cultivés délaissent les sels de soude, tandis qu'ils empruntent au sol l'*alcali végétal*, la potasse qu'ils y rencontrent sous diverses formes. Dans mon opinion, le remplacement de la potasse par la soude et la présence simultanée des deux alcalis qu'on supposait, d'après des analyses nombreuses, exister dans les végétaux, sont la conséquence d'un mode de dosage défectueux, qui a pour résultat d'attribuer aux produits analysés une quantité de soude d'autant plus considérable que l'analyse est elle-même plus mal exécutée. Souvent même cet alcali n'est dosé que par différence, de sorte que toutes les pertes dans la détermination des autres éléments comptent pour de la soude, alors même que la présence de cette substance n'a pas été établie par des essais préalables.

» Aucune expérience n'étant venue contredire ces résultats qui ont dejà quatre années de date, j'ai peut-être le droit de les considérer comme acquis à la science (1). Cependant je demande à l'Académie la permission de lui

---

(1) Je ne dois pas néanmoins passer sous silence les critiques qui m'ont été adressées, à plusieurs reprises, par M. Payen. L'argumentation de notre très-regretté confrère avait pour

soumettre une dernière expérience ayant pour objet de constater une fois de plus que, dans une terre contenant, comme toutes les terres cultivées, du sel marin, celui-ci est délaissé par certaines plantes, tandis qu'il est absorbé par d'autres : une betterave venue dans un carré de panais a été soumise à l'incinération, ainsi que les panais qui se trouvaient les plus proches d'elle, à une distance de quelques centimètres seulement. En suivant la marche que j'ai indiquée, il m'a été facile de constater la présence des sels de soude dans la betterave, qui est, comme on sait, une plante salifère, tandis que les panais, feuilles et racines, n'en contenaient pas.

» Je reprends maintenant la suite de mon dernier travail dans lequel j'ai montré que les sels de soude qu'on rencontre dans les plantes cultivées sur les bords de la mer ont pour origine le sel qui se dépose à la surface de ces plantes. J'avais entrepris, dès cette époque, l'analyse des terrains qui m'avaient fourni ces plantes; les événements que nous venons de traverser ont interrompu cette étude, que j'ai complétée et que je viens soumettre aujourd'hui à l'Académie.

» J'ai dit que ces plantes venaient des polders ou lais de mer situés dans la baie de Bourgneuf (Vendée), près de l'île de Noirmoutiers, et non loin de l'embouchure de la Loire. La mise en culture de ces terres conquises sur l'océan a donné lieu à une importante exploitation agricole, commen-

---

objet d'établir que diverses analyses de plantes faisaient mention de la soude contenue dans les produits de leur incinération. Ce point ne saurait être contesté, puisque le but de mon travail a été d'établir : 1° que plusieurs de ces analyses ne sont pas exactes; 2° qu'on a quelquefois confondu le sel déposé mécaniquement à la surface des plantes avec celui qu'elles peuvent emprunter au terrain par leurs radicelles. J'ajoute que parmi les plantes mentionnées par M. Payen, il s'en trouve qui, d'après mes propres expériences, contiennent réellement du sel, comme la betterave et divers végétaux appartenant à la famille des Atriplicées.

Néanmoins je reconnais qu'une des objections de M. Payen est fondée; dans un Mémoire publié antérieurement, je disais : « La plupart des plantes cultivées fournissent des cendres exemptes de sels de soude, attendu que les terrains dans lesquels elles se sont développées en sont eux-mêmes exempts. » C'est « à peu près exempts » qu'il eût fallu dire, ainsi que cela ressort clairement de la discussion à laquelle je me suis livré sur la présence nécessaire du sel marin dans tous les terrains, ce sel ayant pour origine l'eau pluviale, les engrais et les roches à base de soude décomposées par les agents atmosphériques.

N'étant pas parvenu à établir la présence de la soude dans les plantes qui, d'après mes expériences, n'en contiennent pas, M. Payen a eu recours à l'analyse spectrale : celle-ci, en raison même de son extrême sensibilité, n'a rien à faire, quant à présent du moins, dans les questions de chimie agricole.

cée il y a vingt ans environ par M. Hervé Mangon, et très-habilement dirigée depuis 1855 par M. Le Cler, ingénieur civil. Depuis cette époque, cinq polders, représentant une surface de 700 hectares environ et un développement de digues de plus de 18 kilomètres, ont été créés et mis en culture.

» M. Le Cler avait bien voulu m'envoyer un échantillon du sol, provenant de chacune des pièces de terre qui avaient fourni les plantes que j'ai étudiées. Ces terres ne reçoivent généralement pas d'engrais; celles qui sont désignées sous les noms de polders des Champs, du Dain et de la Coupelasse n'en ont pas reçu depuis leur enclôture, déjà ancienne, et dont la date est inscrite sur le tableau ci-après; formées des dépôts qui s'accumulent dans la baie de Bourgneuf, ces alluvions sont d'une grande fertilité et peuvent être cultivées sans engrais pendant de longues années: le curage des fossés procure seulement un léger amendement. Le polder dit de Barbâtre, situé dans l'île de Noirmoutiers, dont le sol est trop sablonneux, est le seul qui reçoive annuellement, par hectare, environ 20 000 kilogrammes de goëmons, recueillis sur la côte.

» Les polders ne sont séparés de la mer que par des digues de 4 à 5 mètres de hauteur. Avant leur endiguement, ils étaient couverts d'eau à chaque marée haute; une fois endigués, ils sont desséchés et dessalés par un système de drainage à ciel ouvert, qui consiste en un réseau de fossés avec pentes convenables pour l'écoulement des eaux pluviales. On verra, par l'examen du tableau ci-après, combien ces moyens de drainage sont efficaces.

» En dehors des terrains cultivés, le pays renferme de nombreux marais salants.

» Pendant les premières années de mise en culture, les récoltes sont misérables; elles vont en s'améliorant au fur et à mesure du dessalage des terres.

» Sauf pour le sel marin, dont la détermination a été faite avec précision, l'examen de ces terres a été fait par un procédé d'analyse sommaire, que je décris dans mon Mémoire. J'indiquerai seulement le procédé de dosage que j'ai suivi en ce qui concerne le chlore : ce dosage s'exécute au moyen d'une dissolution titrée renfermant $0^{gr},005$ d'argent par centimètre cube; en prenant la précaution de dépasser légèrement la quantité d'azotate d'argent qui amène la précipitation complète des chlorures, et en terminant le dosage avec la dissolution décime de sel marin dont chaque centimètre cube précipite $0^{gr},001$ d'argent, on arrive à déterminer avec

sûreté le chlore contenu, sous forme de chlorure, dans une liqueur très-diluée.

» Le tableau qui suit représente la composition des onze échantillons que j'ai examinés, avec leur désignation, le numéro de la pièce de terre et la date de leur mise en culture.

	POLDERS										
	DU DAIN			DES CHAMPS			DE BARBATRE			DE LA COUPELASSE	
	n° 2. — 1864	n° 8. — 1863	n° 10. — 1863	n° 1. — 1860	n° 7. — 1860	n° 11. — 1860	n° 4. — 1855	n° 6. — 1855	n° 9. — 1855	n° 3. — 1867	n° 5. — 1867
Eau	5,55	2,06	5,80	6,40	5,60	0,75	2,25	1,70	1,60	5,95	5,10
Argile, sable, oxyde de fer, débris de roches, etc.	77,76	77,20	79,99	80,58	79,18	72,35	84,52	81,87	84,53	79,55	79,45
Carbonates de chaux et magnésie	8,31	11,36	6,63	4,68	7,90	18,63	9,32	12,09	11,13	5 59	8,59
Matières organiques insolubles	8,25	9,23	7,45	8,07	7,14	2,14	3,70	4,14	2,54	8,75	6,68
Matières organiques solubles et sels minéraux solubles	0,13	0,15	0,13	0,27	0,18	0,13	0,20	0,20	0,20	0,16	0,18
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Sel marin (qui se trouve dans les sels minéraux solubles fournis par 100 grammes de terre)	gr 0,016	gr 0,008	gr 0,008	gr 0,014	gr 0,006	gr 0,006	gr 0,051	gr 0,067	gr 0,056	gr 0,056	gr 0,018

» En jetant les yeux sur ce tableau, on voit avec surprise combien est petite la quantité de chlorure de sodium que ces terres renferment : elle varie, en effet, entre 60 et 600 milligrammes par kilogramme de terre, soit 6 à 60 cent millièmes. En réalité, elle est encore plus petite; car, d'une part, on a admis que tout le chlore appartient au sel marin, tandis que celui-ci peut être mélangé avec d'autres chlorures; d'autre part, on n'a pas tenu compte des graviers et des racines séparés par le tamisage de la terre.

» En comparant ces analyses à celles qui ont été exécutées sur ces mêmes terres, en 1863, par M. Hervé Mangon, à l'École des Ponts et Chaussées, on constate que le dessalage des polders s'est fait avec une assez grande rapidité; ainsi le polder du Dain, endigué en 1862, contenait, il y a huit ans, 1,76 de sel marin pour 100 de terre; celui de la Coupelasse 6,5; d'autres, plus

anciens, ne renfermaient déjà que de faibles quantités de sel qui n'ont pas été dosées.

» On sait depuis longtemps que les lais de mer de l'ouest et du nord de la France ne sont cultivés avec profit qu'autant qu'ils sont dépouillés de la plus grande partie du sel qu'ils renfermaient à l'origine; mais il était permis de douter que ce lavage dût être aussi complet; ces terrains, en effet, une fois mis en culture, ne renferment pas plus de sel que ceux qui sont situés à de grandes distances de la mer. Comme terme de comparaison, j'ai soumis à l'analyse, en suivant les mêmes procédés, un échantillon de terre des environs de Paris, d'une fertilité ordinaire qu'on entretient avec du fumier d'étable.

» Voici sa composition :

Eau	12,3
Argile, sable, oxyde de fer, etc.	63,1
Carbonates terreux	21,1
Matières organiques insolubles	3,3
» et sels minéraux solubles	0,2
	100,0

Chlorure de sodium....... 0gr,024

» Soit 240 milligrammes par kilogramme de terre, c'est-à-dire une quantité plus considérable que dans plusieurs des échantillons des polders de la Vendée.

» Il est d'ailleurs inutile de faire observer que cette proportion de sel, en ce qui concerne ces lais de mer, doit nécessairement présenter de grandes variations; les échantillons des terres dont j'ai donné l'analyse avaient été prélevés au mois de mai, après les pluies abondantes de l'hiver et du printemps; les plantes qui en provenaient, dont la surface était incrustée de quantités de sel relativement beaucoup plus considérables, avaient été récoltées à la fin du mois de juillet.

» Il m'a paru intéressant de rechercher quelle est la quantité de potasse que renferment ces polders, tant sous forme de sels solubles, soit à l'état libre, soit dans les détritus d'origine organique, qu'à l'état de roches à base de potasse. A cet effet, on a opéré, pour le dosage des composés solubles, sur les liqueurs réunies provenant du lavage de 50 grammes de chacun des onze échantillons de terre ; ce résidu pesait 0gr,460; il renfermait 0,027 de chlorure de potassium, soit 0,049 par kilogramme de terre. Les mêmes terres

préalablement calcinées, en contenaient beaucoup plus; soit par kilogramme $0^{gr},311$.

» Enfin, pour doser la potasse engagée sous forme de composés insolubles dans les débris de roches qui forment ces alluvions, on a attaqué par le carbonate de baryte ou par le carbonate de soude la terre préalablement calcinée, en suivant les procédés en usage pour l'analyse des produits vitreux. La quantité de potasse trouvée est considérable; elle varie entre 1, 8 et 3 pour 100 de terre : elle explique la fertilité de cette terre, pour le présent comme pour un avenir plus ou moins éloigné; elle rend compte en même temps de son origine géologique.

» Les faits que j'ai observés relativement à l'existence d'une très-petite quantité de sel marin dans les terrains des polders de la Vendée s'accordent, d'ailleurs, parfaitement avec ceux qui sont consignés par M. Barral dans l'importante étude qu'il a faite des maëres du Nord, aux environs de Dunkerque et sur les confins de la Belgique. Après le dessèchement de ces vastes terrains conquis sur la mer, les récoltes n'ont pas cessé d'être mauvaises pendant une quinzaine d'années; elles ne sont devenues bonnes qu'après que l'eau salée a été complétement enlevée par les moulins. Chaque fois que les maëres ont été inondées par des eaux salées, ainsi que cela est arrivé quatre fois en deux siècles par des faits de guerre ou de mauvaise gestion, la mise en culture ne s'est rétablie qu'après un long intervalle, tandis que la végétation reprend immédiatement après les inondations par les eaux douces. Il y a là, par conséquent, une expérience séculaire faite sur une très-grande échelle, puisque les maëres françaises et belges ont une superficie de 2278 hectares.

» Cependant, comme pour la plupart des faits agricoles, il ne faut pas trop se hâter de généraliser ces indications : elles concernent les terrains dits *salés* de l'ouest et du nord de la France; mais il en est autrement de ceux du midi dont la fertilité se maintient en présence d'une quantité de sel marin beaucoup plus considérable. Dans la Camargue, d'après M. Paul de Gasparin, les terres labourables sont extrêmement chargées de sel; elles blanchissent quand le temps est sec, par suite de la formation de cristaux de chlorure de sodium. La sortie du blé n'est assurée qu'en maintenant la terre dans un état constant de fraîcheur à la surface au moyen d'une couverture de litières.

» Il est possible que, sous l'influence d'une température plus élevée, et probablement aussi en raison de l'existence ou de l'addition de matières

fertilisantes plus abondantes, les effets dus à la présence du chlorure de sodium soient neutralisés ou amoindris. Cette opinion set rouverait d'ailleurs en harmonie avec celle qui est énoncée par Thaër dans ses *Principes raisonnés d'Agriculture* (traduction de Crud, 1812):

« Lorsqu'on applique cette substance (le sel commun) au sol en trop grande quantité, la végétation en est complétement arrêtée; mais lorsque le sel a été lavé par les pluies et que peut-être il a été en partie décomposé par l'humus, il donne pendant les années suivantes beaucoup de force à la végétation. Lorsqu'on en épand une petite quantité sur un terrain riche, il produit un effet très-sensible, mais de courte durée; en revanche, cet effet est absolument nul lorsque cette petite quantité a été étendue sur un terrain appauvri..... Au reste, même sur le rivage de la mer, le sel est promptement entraîné hors du sol; en effet, lorsqu'on fait l'analyse des terrains de ce genre, on y trouve à peine quelques vestiges de cette substance. »

» On peut faire à l'affirmation de Thaër concernant les bons effets du sel sur les terrains riches cette objection, qu'il est bien difficile de dégager la part qui appartient à cette substance d'avec celle qui revient tant aux influences atmosphériques qu'aux matières fertilisantes dont le terrain est déjà pourvu : toutes les expériences faites sur les effets du sel sur la végétation laissent ce côté de la question entièrement dans le vague.

» Je n'ai pas besoin de faire remarquer que ces analyses des terres des polders laissent bien peu de doute sur la faculté qu'auraient les plantes venues dans ces terrains d'y délaisser le sel marin, de même que les plantes qui végètent dans l'intérieur des terres. Je ne parle pas, bien entendu, des plantes marines, comme les Salsolées, la betterave, etc. Il y a tout lieu d'admettre que, dans l'un comme dans l'autre cas, les mêmes plantes empruntent au sol les mêmes éléments. Je suis loin néanmoins de contester que, dans des cas fort limités, le sel puisse produire sur les récoltes un effet avantageux. Ces bons résultats trouveraient peut-être leur explication dans un fait qui, je crois, n'a pas encore été signalé, au moins en ce qui concerne son application à l'agriculture; c'est la propriété que possèdent les chlorures en général et notamment le chlorure de sodium de dissoudre des quantités très-sensibles de phosphate de chaux. Je pense être agréable aux partisans, encore nombreux, de l'emploi du sel comme amendement, en appelant leur attention sur ce point, qui mérite également d'être pris en considération par les géologues, en raison de la présence constante du chlore dans l'apatite et dans les phosphorites des terrains stratifiés. C'est peut-être à cette action dissolvante qu'il faut rattacher l'influence heureuse qu'on attribue au sel sur les récoltes des terrains déjà pourvus de matières fer-

tilisantes; cette propriété expliquerait l'habitude qu'ont les fermiers anglais d'ajouter une certaine dose de sel au guano, qu'ils consomment en si grande quantité. S'il est vrai, comme on l'assure, que le sel favorise le développement des plantes oléagineuses, notamment du colza, son intervention serait justifiée par le transport des phosphates terreux que ces graines contiennent en abondance, bien qu'elles ne renferment pas de sels de soude.

» Néanmoins, tout en tenant compte de ces faits, j'estime qu'il convient de renoncer aux exagérations dans lesquelles on est tombé sur l'utilité du sel pour la culture de la terre. Ces exagérations sont d'origine moderne. Or, même en agriculture, il ne faut pas dédaigner l'opinion des anciens : tous s'accordent à signaler les mauvais effets de cette substance.

» Sans remonter beaucoup au delà de l'ère chrétienne, Virgile, dans ses *Géorgiques* (liv. II, vers 228), dit « que les moissons viennent mal dans les » terres salées; qu'on ne peut même corriger leur mauvaise qualité par la » culture; la vigne et les arbres y dégénèrent également, etc. » Il donne même le moyen, un peu primitif, il est vrai, de faire l'essai des terres salées. Pline, tout en recommandant de donner du sel au bétail, n'en affirme pas moins qu'il rend la terre stérile. Au XVIe siècle, Olivier de Serres, dans son *Théâtre d'Agriculture*, ne parle aussi du sel que pour les *bestes de labour*.

» Ce n'est qu'au commencement de ce siècle qu'on a préconisé pour la première fois les bons effets du sel comme amendement. Des causes multiples ont concouru à persuader aux agriculteurs que ce produit à bon marché était appelé à contribuer puissamment à l'amélioration de leurs terres : le souvenir de l'ancienne gabelle, les influences locales intéressées à la vente du sel à bas prix, la demande incessante, au nom des besoins et des progrès de l'agriculture, de la suppression de l'impôt du sel, demande qui est devenue un moyen d'opposition contre le Gouvernement, quel qu'il soit; des essais plus ou moins bien dirigés dans le but d'affirmer son efficacité comme amendement; l'existence prétendue de composés sodiques dans les plantes cultivées; enfin, les idées de substitution de substances équivalentes empruntées au sol par les végétaux : telles sont les causes principales qui ont donné au sel une importance agricole que les anciens lui déniaient absolument. Parmi ces causes, les unes ne sont pas étrangères à la politique, et leur discussion serait déplacée dans cette enceinte; je demande néanmoins la permission de faire remarquer que, si la culture des terres est désintéressée dans la question du sel, l'impôt sur cette substance, malgré son impopularité, est peut-être encore l'un des impôts les moins vexatoires et les moins lourds à supporter. Quant aux autres causes, elles sont

du domaine de la science, et, sous ce rapport, j'ai lieu d'espérer que, si les expériences qui font l'objet de ces études ne sont pas infirmées, elles contribueront à réduire à sa juste valeur la part qu'on attribue au sel dans la production et dans l'amélioration des récoltes. »

Après la lecture de ce Mémoire, M. Dumas et M. Chevreul prennent successivement la parole :

« **M. Dumas** a écouté avec un vif intérêt la lecture importante que l'Académie vient d'entendre, et qui résume les longues études de notre savant confrère sur la distinction entre les plantes à potasse et les plantes à soude.

» M. Dumas signale la question des terrains dits *salants*, auxquels M. Peligot a fait allusion, et qui sont bien connus des riverains de la Méditerranée, comme ayant été l'objet, de la part de M. Paul Bérard, d'un travail encore inédit, qui devait être présenté aujourd'hui même à l'Académie. Quoiqu'il ne lui soit pas parvenu, M. le Secrétaire perpétuel, qui en a pris connaissance, constate que l'auteur l'a poursuivi d'une manière indépendante.

» Il ajoute, comme se rattachant au sujet étudié par M. Peligot, que des circonstances dignes d'être signalées se sont produites autour de Carentan, par suite de la submersion, au moyen de l'eau de mer, de vastes étendues de terrain, pour la défense de la presqu'île de Cherbourg. L'eau douce, remplacée d'abord par l'eau salée, et celle-ci l'étant maintenant par l'eau douce, il en est résulté, sur la végétation, des effets considérables. Dans la belle propriété de M. Lafosse, où des plantes variées et rares se trouvaient réunies en grand nombre, beaucoup ont péri ; d'autres, et parfois du même genre, ont résisté ; d'autres, enfin, se sont reproduites avec une fécondité exceptionnelle, et se sont étrangement multipliées. M. Lafosse a bien voulu, à la demande de M. le Secrétaire perpétuel, dresser une sorte de procès-verbal de ces faits intéressants, pour être communiqué à l'Académie. Il serait à désirer que son exemple fût imité par toutes les personnes qui ont été dans le cas d'observer des phénomènes de ce genre. »

« **M. Chevreul** partage l'opinion de M. Dumas relativement à la nécessité de distinguer les plantes qui ne renferment que de petites quantités de soude, et auxquelles la potasse semblerait suffire, des plantes qui ont un besoin indispensable de soude et un moindre de potasse.

» M. Chevreul est de l'avis de M. Peligot relativement à l'exagération qu'on a faite des quantités de soude nécessaires aux plantes, et même aux animaux. On peut voir l'opinion qu'il a émise à ce sujet dans le *Conseil*

général des manufactures, le 15 de janvier 1846. Son opinion est conforme à celle qu'il avait énoncée antérieurement lorsqu'il combattait l'expression d'*engrais normal* dont M. de Gasparin s'est servi dans son *Traité d'Agriculture*, après une discussion qu'il eut avec son excellent ami.

» Il ne reconnaît d'expression juste pour qualifier l'engrais que l'épithète de *complémentaire*, exprimant *ce qu'il faut ajouter à un sol donné pour y cultiver une plante donnée.*

» Il applique encore l'épithète de *complémentaire* à la quantité de sel (chlorure de sodium) qui, manquant à un *sol* ou à une *ration*, doit y être ajoutée.

» Ce qui l'a décidé à prendre la parole après la lecture du Mémoire intéressant que M. Peligot vient de lire, c'est de demander à son excellent confrère qu'il veuille bien exposer le *procédé au moyen duquel il a dosé la potasse et la soude.* C'est pour sa propre instruction, car il a éprouvé la plus grande difficulté à la recherche de la soude dans le *suint.* Il demande pardon d'importuner encore l'Académie de ce mot qu'il a prononcé si souvent devant elle. Cependant elle l'excusera sans doute lorsqu'elle apprendra que, avant-hier, une personne est venue le consulter sur un projet d'établir un grand lavage de laine dans le midi de la France, en lui disant : « *J'ai* » *appris, par un* JOURNAL ALLEMAND, *que vous vous occupiez du suint,* et je » viens vous demander quelques avis sur mon projet. »

» Je reviens à ma question. Elle est fondée probablement sur mon impuissance de doser le chlorure de potassium et le chlorure de sodium au moyen du chlorure de platine. Jusqu'ici, dans les petites quantités qui étaient à ma disposition, le chlorure, qui devait être, d'après le procédé, à base de sodium comme soluble dans l'alcool, était, sinon en totalité, du moins en partie, à base de *potassium.* Je le répète, c'est en cherchant, après la séparation du chlorure de potassium, le chlorure de sodium dans l'alcool, que j'ai trouvé le chlorure de potassium.

» Eh bien! je me suis aperçu, dans plusieurs cas analogues, combien on peut s'être trompé dans l'évaluation des proportions de divers corps donnée comme facile. Si les procédés de dosage conseillés ne sont pas défectueux, ils manquent souvent de la précision nécessaire pour assurer la certitude des résultats.

» L'expérience dont je parle est tout à fait d'accord avec l'observation de M. Peligot, que l'on a exagéré fort souvent la proportion de la soude dans les analyses végétales, et j'ajoute que souvent on a été trompé par les alcalis du verre des vaisseaux, soit de ceux qui renferment les réactifs, soit de ceux qui servent aux expériences de recherches. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'essaim d'étoiles filantes de novembre, les* 12, 13 *et* 14 *du présent mois, dans les stations de l'Association scientifique de France.* Note de M. **Le Verrier.**

« L'Académie a bien voulu accueillir avec intérêt l'exposé que j'ai eu l'honneur de lui présenter en août au sujet des observations faites par les soins de l'Association scientifique de France du groupe d'étoiles filantes, dit les Perséides. C'est un devoir pour nous de lui rendre compte des progrès ultérieurs qu'a faits cette question. Ils sont assez importants.

» Les observations recueillies dans 17 stations françaises et dans 8 stations italiennes en connexion avec les nôtres se comptent par milliers. Dans une conférence qui fut tenue à Marseille, en novembre 1869, entre les observateurs, il fut décidé à l'unanimité que les observations n'iraient point s'enterrer dans un établissement central, mais qu'elles seraient publiées et mises à la disposition de tous, afin que chacun pût tirer les conséquences qu'elles pourraient comporter. Le Conseil de la Société adopta les conclusions de la conférence de Marseille. Nous avons la satisfaction de placer sous les yeux de l'Académie, à l'état d'impression, les nombreuses observations que nous lui présentions, il y a deux mois, à l'état de manuscrit. Grâce à cette ponctualité dans la publication, aucun de nos collaborateurs ne manquera au rendez-vous que nous leur donnons pour les observations à faire du 12 au 14 de ce mois. Le nombre de nos stations a même continué à s'accroître et est porté à 30.

» Toutes les observations d'une même époque sont, comme on le sait, rapportées au temps d'une même station, grâce aux comparaisons des chronomètres effectuées au moyen des lignes télégraphiques que M. le directeur Pierret a bien voulu mettre à notre disposition. On peut donc, au premier coup d'œil, juger des étoiles qui sont communes à plusieurs stations; on a eu la satisfaction de reconnaître qu'il y en a un très-grand nombre. Il y a lieu de s'en féliciter, car nous allons voir que ces observations communes vont devenir l'élément essentiel de la discussion, et qu'elles donneront sans doute la clef d'un phénomène remarquable.

» L'essaim des étoiles filantes de novembre est considéré comme résultant d'un flux de particules cosmiques, qui, circulant dans une ellipse de 33 ans et $\frac{1}{3}$ autour du Soleil, viennent se jeter sur la Terre, dans l'atmosphère de laquelle elles s'embrasent. Suivant les règles de la perspective, elles devraient toutes paraître radier d'un même point, qu'on a placé

dans la constellation du Lion. Or les observations nombreuses des dernières années ont fait reconnaître qu'il s'en faut que le point radiant soit toujours le même. Dans la nuit du 12 novembre 1869, par exemple, la grande majorité des météores ne venait en aucune façon du Lion, mais bien plutôt d'une région située plus au nord-ouest.

» Cette circonstance, signalée immédiatement par tous les observateurs, ne peut point être révoquée en doute. Nous avons cru devoir nous en rendre un compte plus précis, afin de mieux apprécier la suite qu'il conviendrait de donner à l'ensemble de nos opérations. Nous avons l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie des cartes très-exactes, sur lesquelles nous avons relevé la route d'un grand nombre de météores du 12 novembre 1869, et chacun de nous y peut voir qu'il en émane peu du Lion.

» Ce fait important, se trouvant bien établi, apporte dans l'étude de la question de grandes complications. La variation du phénomène, d'un jour à l'autre, d'une heure à l'autre peut-être, serait-elle due à l'action de l'atmosphère de la Terre, ou bien tiendrait-elle aux conditions cosmiques du phénomène?

» Nous ne serions pas en mesure de répondre à une telle question. Nous présenterons cependant quelques considérations sur le sujet, afin de pouvoir tracer la route dans laquelle il va convenir que nos collaborateurs veuillent bien entrer.

» Si le changement du point de radiation apparent provenait de la résistance de l'atmosphère à la marche des météores, on devrait voir ce point varier avec l'heure de la nuit et se rapprocher du Lion à mesure que la constellation, qui se lève vers minuit, va en s'élevant sur l'horizon. Nous avons, pour en juger, groupé les observations suivant les heures où elles ont été faites. L'influence de l'heure ne se voit pas sur les cartes que je présente à l'Académie. Il faudra, toutefois, que le travail soit étendu à toutes les étoiles observées avant de se permettre de rien conclure sur ce point.

» Si, au contraire, le phénomène est cosmique, il pourra varier avec les jours, mais sans aucune relation avec l'heure de la nuit et l'élévation des constellations.

» Nous serons en mesure de ne point nous en tenir, dans cette discussion, aux pures apparences. En considérant les météores observés dans deux stations à la fois, nous pouvons arriver à déterminer leurs orbites, leur route réelle, et, en les comparant entre elles, nous arriverons à nous former des éléments de conviction.

» Si nous trouvons que, pour un groupe nombreux des étoiles, toutes les

routes sont parallèles et viennent d'une direction déterminée, si nous trouvons que, pour un autre groupe, elles sont encore parallèles entre elles, mais viennent d'une direction toute différente de la première, il faudra bien reconnaître que le phénomène est cosmique, et admettre qu'il est plus complexe qu'on ne l'avait d'abord supposé.

» Mais ce travail de détermination d'orbites très-nombreuses est immense : encore bien que l'on doive se dispenser d'y appliquer un calcul précis, et qu'il suffise de recourir à des constructions géométriques empruntées à la méthode des plans cotés.

» Nos collaborateurs n'ont pas reculé devant la détermination des ascensions droites et des distances polaires du commencement et de la fin de la trace visible du météore; et c'est grâce à leur zèle et à cette division du travail, et aussi, il est juste de le dire, à l'empressement de l'imprimerie Gauthiers-Villars, qu'en deux mois toutes les observations ont pu être réduites et imprimées. On peut être certain que le zèle de nos collaborateurs grandira avec les difficultés nouvelles que présente la question. L'appel que nous leur faisons aujourd'hui devant l'Académie sera entendu. Toutes les orbites seront déterminées, et, dans peu de mois, nous l'espérons, l'Association sera à même de présenter à l'Académie les nouveaux résultats obtenus.

» Pour arriver avec sécurité à établir l'entente et l'harmonie nécessaires dans le travail, il serait extrêmement utile de reprendre, en cette année 1871, et après les observations qui vont être faites, la réunion des observateurs qui eut lieu en novembre 1869. On y discuterait les méthodes pour la détermination des orbites, et on les amènerait à un état de simplicité suffisant pour que chacun, avec quelques notions de géométrie linéaire, pût donner un concours très-utile. Cette conférence, qui devra être tenue dans le midi, nous la proposons; espérant que ceux qui se sont déjà occupés de ces discussions, MM. Breton, Denza, Goulier, Lespiault, Stephan, Tissot et Wolf, dont le concours est nécessaire pour les prochaines observations, nous le donneront aussi pour l'examen des méthodes et pour la discussion des observations.

» Lorsque les faits auront été bien établis, il sera temps de mettre la théorie d'accord avec eux. Si le phénomène est d'une nature cosmique, il faudra expliquer comment il se peut faire que deux flux d'étoiles, différents en apparence, puissent ainsi se donner rendez-vous à une même époque de l'année en un même point de l'orbite terrestre. Si l'on ne veut pas s'en rapporter à un pur hasard au sujet de cette coïncidence, il faudra sans doute considérer que la masse d'astéroïdes qui a été jetée sur la Terre, qu'elle eût

ou non subi auparavant des perturbations, a été subdivisée par l'action de la Terre elle-même, et que des parties notables de la masse primitive ont été déviées et jetées dans d'autres directions, tout en restant astreintes à revenir passer périodiquement dans les environs du même point de l'orbite terrestre. Il restera ensuite à expliquer comment ce retour a lieu pour les unes et les autres masses dans les mêmes années, et l'on en trouvera peut-être la raison dans un allongement progressif des diverses parties d'essaims sur leurs orbites, allongement qui tend à distribuer leur matière en forme d'anneaux. »

PHYSIQUE. — *Recherches thermiques sur l'électrolyse* (suite); *par* **M. P.-A. Favre.**

« Les Communications que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie par l'entremise de mon illustre maître, M. Dumas, et qui sont consignées dans une série de Mémoires présentés successivement depuis près de deux mois, sont le fruit d'un travail poursuivi pendant deux années consécutives. Les malheurs des temps m'avaient détourné de rédiger ces recherches partielles, au moment même de leur achèvement, et ne m'auraient pas permis, d'ailleurs, de les faire parvenir à l'Académie.

» Ces recherches, dont on voudra bien reconnaître la liaison naturelle, seront encore complétées par quelques nouvelles Communications que je me propose de soumettre à l'Académie. Qu'il me soit permis de consigner ici, dès maintenant, l'expression de ma reconnaissance pour l'accueil bienveillant que la savante Compagnie a daigné faire à ces travaux.

» L'interprétation des résultats fournis par l'électrolyse des bases alcalines et de leurs sulfates (1) m'a conduit à conclure : « qu'à l'égard des acides sulfurique et azotique (2) aussi bien qu'à l'égard des oxydes alcalins » et de leurs sulfates, la quantité de chaleur empruntée à la pile ne peut » être considérée comme l'expression thermique de leur formation, et qu'il » ne peut en être ainsi, qu'autant que les éléments constituants métalloïdiques et métalliques des corps électrolysés restent en liberté. Cette » circonstance se présente pour les acides chlorhydrique et iodhydrique, » par exemple, électrolysés dans le voltamètre à cloison (3). »

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 767.

(2) Ce ne sont pas les seuls, ainsi que je crois l'avoir démontré depuis.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 776.

» Les résultats des nouvelles expériences que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie semblent confirmer cette manière de voir et montrent également combien l'emprunt de chaleur fait à la pile par les corps soumis à l'électrolyse peut varier avec l'énergie voltaïque de cette pile.

» La méthode expérimentale est celle que j'ai adoptée dans l'électrolyse des oxydes alcalins et de leurs sulfates, avec amalgamation du métal mis en liberté, et dont j'ai donné la description dans ma dernière Communication (1). Les expériences ont été calculées de la même manière.

» Voici les moyennes des résultats fournis par les expériences :

CORPS soumis à l'électrolyse.	COUPLES de renfort.	CHALEUR empruntée à la pile pour électriser 1 équivalent des corps mis en expérience (2).	VOLUME de gaz hydrogène dégagé dans chaque couple en 35 min.	ANGLE.	CHALEUR qui reste confinée dans le voltamètre.	VOLUME de gaz hydrogène dégagé dans chaque couple en 35 min.	ANGLE à la boussole.
Ac. acétique	5 et sans thermorhéostat.	116960	145,5	1°,05			
	4	113229	88,0	0,70			
	3 et sans thermorhéostat.	106333	113,0	0,80			
	3	102816	74,0	0,60	61618	84,0	0°,65
	0	62932	28,0	0,20	38135	40,5	0,30
Acétate de zinc	5 et sans thermorhéostat.	89225	605,0	4,40			
	3	84232	206,0	1,45			
	1	66198	80,0	0,65			
	0	62572	28,0	0,20	21405	47,0	0,35
Ac. formique	3 et sans thermorhéostat.	89572	328,0	2,35			
	3	91392	189,5	1,35	59099	138,0	1,20
	0	61032	56,0	0,40	52220	75,0	0,60
Formiate de cuivre	0	42295	158,5	1,15	45590	108,0	0,90
Ac. oxalique $\frac{C^4O^8H^2}{2}$	0	38635	171,0	1,25	31471	111,0	1,10
Ac. sulfurique	1	54072	219,0	1,55			
	0	49670	108,5	0,85	14375	140,0	1,90
Ac. phosphorique monohydraté	0	52265	79,0	0,55	18091	114,0	0,80
Ac. phosphorique hydraté	1	59844	172,0	1,35	25585	161,0	1,25
	0	50960	73,0	0,60	22865	106,0	0,80

» Dans le tableau qui suit se trouvent inscrits le volume et la composi-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1036.

(2) Les nombres obtenus en opérant avec le voltamètre cloisonné ou avec le voltamètre non cloisonné ont été sensiblement les mêmes.

tion des mélanges gazeux fournis par le voltamètre non cloisonné (1). Dans ces expériences un thermorhéostat était placé dans le circuit. Le volume des mélanges gazeux correspond à 100 volumes d'hydrogène dégagé dans chacun des couples de la pile.

CORPS soumis à l'électrolyse.	NOMBRE des couples de la pile.	DURÉE.	VOLUMES GAZEUX fournis		ANALYSE DES GAZ fournis par le voltamètre.		VOLUME DES GAZ manquant.	
			par chacun des couples.	par le voltamètre.	Hydrogène.	Oxygène.	Hydrogène.	Oxygène.
Ac. acétique....	7	$1^h 13'$	100	112,82	83,66 (2)	29,16	16,34	20,84
	5	$2^h 11'$	Id.	84,00	63,02	20,98	36,98	29,02
Ac. formique...	6	18' 57"	Id.	100,00	100,00			
	5	34' 5"	Id.	99,75	99,75			
Ac. oxalique....	4	$1^h 9' 2''$	Id.	99,59	99,59			
Ac. sulfurique..	5	41'	Id.	116,40	78,27	38,11	21,73	11,89

» L'interprétation des résultats que je viens de faire connaître m'a conduit à formuler les conclusions suivantes :

» Lorsque l'électrolyse est difficile, comme celle de l'acide acétique, par exemple, et lorsque l'énergie voltaïque de la pile est faible, il semble que les réactions qui se produisent ordinairement après la réaction électrolytique proprement dite, et qui mettent en jeu de la chaleur non transmissible au circuit, tendent à se fondre avec elle pour augmenter d'autant l'énergie de la pile. Tels seraient, par exemple, dans le voltamètre, la combustion de l'hydrogène qui provient de l'électrolyse; l'oxydation des corps par l'oxygène qui provient également de l'électrolyse; et, peut-être, la décomposition des radicaux, mis en liberté, lorsque ces radicaux ne peuvent pas décomposer l'eau et sont *explosifs*, comme le radical métalloïdique de l'acide oxalique, par exemple.

» Lorsqu'on augmente de plus en plus l'énergie voltaïque de la pile en multipliant le nombre de ses couples, de telle sorte qu'elle puisse donner facilement toute la chaleur nécessaire à l'électrolyse, il semble, au contraire,

(1) Je ferai remarquer que le mélange gazeux qui provenait du voltamètre ne renfermai jamais d'acide carbonique, parce que ce mélange était recueilli sur de l'eau alcaline.

(2) D'après M. Bourgoin l'hydrogène restant serait mélangé à une faible quantité d'oxyde de carbone, et peut-être d'hydrure d'éthylène.

que son énergie voltaïque est de moins en moins renforcée par la chaleur que mettent en jeu les réactions qui tendent à se fondre le plus facilement avec la réaction électrolytique proprement dite, telle que la réaction des radicaux salins sur l'eau, par exemple.

» D'où il résulterait, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, qu'il devient souvent très-difficile de faire la part exacte de la chaleur mise en jeu dans la pile et qui est transmissible ou non transmissible au circuit.

» M. Bourgoin, dans ses intéressantes recherches sur l'électrolyse des acides organiques, n'a pas comparé le volume des mélanges gazeux recueillis à l'électrode positive de son voltamètre et analysés, au volume d'hydrogène dégagé en même temps soit à l'autre électrode du voltamètre, soit sur le platine d'un couple de Smée placé dans le circuit de la pile dont il faisait usage. Je peux dire, néanmoins, qu'aucune de ses conclusions n'a été infirmée par mes expériences. En effet, les acides organiques que M. Bourgoin a mis en expérience semblent s'être électrolysés comme on pouvait le prévoir, c'est-à-dire à la façon de l'acide sulfurique, par exemple; seulement, tandis que le radical métalloïdique acétique, mis en liberté, semble décomposer l'eau, et se comporter en tout comme le radical sulfurique, les radicaux métalloïdiques formique et oxalique (ainsi que l'iode, par exemple) ne paraissent pas agir sur l'eau et de plus paraissent se décomposer eux-mêmes en dégageant beaucoup de chaleur (1).

» Voyons ce qui se passe pour l'acide oxalique, par exemple, que je formulerai pour les calculs qui vont suivre par C^2O^4H, c'est-à-dire par $\frac{C^4O^8H^2}{2}$.

» J'ai montré, d'une part, que l'acide oxalique étendu d'eau dégageait 30140 calories en se transformant en acide carbonique et en eau, et que 2 équivalents de charbon et 1 équivalent d'hydrogène, c'est-à-dire la quantité de chacun de ces corps que renferme cet acide, dégageaient 131422 ca-

---

(1) Il sera cependant nécessaire, dans l'électrolyse des acides formique et oxalique, de comparer le volume de l'acide carbonique qui provient de la décomposition de leurs radicaux métalloïdiques, au volume de l'hydrogène qui se dégage en même temps, soit dans le voltamètre, soit dans l'un des couples de la pile, pour s'assurer que les réactions sont bien telles qu'on a pu le supposer.

Pour l'acide formique : { Réaction électrolytique....... $2(C^2O^4H^2) = 2(C^2O^4H) + 2H$
Décomposition du radical..... $2(C^2O^4H) = 2CO^2 + C^2O^4H^2$ }

Pour l'acide oxalique : { Réaction électrolytique....... $C^2O^4H = C^2O^4 + H$
Décomposition du radical..... $C^2O^4 = 2CO^2$ }

lories, par leur combustion complète. La différence, 101 282, entre ces deux nombres, est donc l'expression thermique de la formation de l'acide oxalique étendu. D'autre part, il résulte des expériences qui font l'objet de cette Communication, que, pour électrolyser l'acide oxalique et séparer ses éléments constituants, C^2O^4 et H, il faut lui restituer 38635 calories, qui, soustraites de 101 282, donnent 62647 calories pour l'expression thermique de la formation du radical C^2O^4. Il résulte de là que le radical métalloïdique C^2O^4, composé *explosif* comme le radical métallique, H^4Az, doit dégager 34313 calories, en se décomposant spontanément pour donner naissance à 2 équivalents d'acide carbonique. En effet, ce nombre est la différence entre les 96960 calories (qui sont l'expression thermique de la formation de 2 équivalents d'acide carbonique) et les 62647 qui sont également l'expression thermique de la formation du radical C^2O^4. Cette quantité de chaleur que le radical C^2O^4 doit dégager en se décomposant est, sans doute, plus considérable que la quantité de chaleur accusée par le calorimètre, qui n'a été que de 31471 calories. Ce nombre paraîtra d'autant plus faible, si l'on considère qu'il doit comprendre la chaleur due à la modification que subit l'hydrogène produit dans le voltamètre en même temps que l'acide carbonique résultant du radical oxalique décomposé : mais il faut bien reconnaître que, d'un côté, les erreurs qui peuvent entacher les déterminations thermiques, à l'aide desquelles on a calculé le nombre 34313, ont pu s'accumuler pour en faire un nombre trop élevé, et que, d'un autre côté, le nombre 31471 pourrait bien être trop faible.

» En terminant, je crois devoir rappeler le travail que nous avons publié, J.-T. Silbermann et moi, sur la combustion de divers composés organiques, choisis soit parmi des substances isomères, soit parmi des composés appartenant à une même série ou à des séries dérivées et parallèles. En procédant ainsi, nous adoptions la seule méthode susceptible de conduire à la découverte des lois thermiques qui régissent les relations mutuelles de ces corps et qui président à leurs diverses transformations.

» Le travail que je rappelle ici, entrepris il y a bientôt trente ans, nous semblait appelé à tracer à la chimie organique une voie nouvelle. A ce travail, il n'a, je crois, été ajouté, jusqu'à présent, aucune nouvelle donnée expérimentale. Ce qu'on en a pu tirer depuis s'y trouvait implicitement compris ou nettement signalé. Il restait cependant à compléter ces résultats par des recherches spéciales sur l'électrolyse de quelques-uns des composés, dont la chaleur de formation avait été déterminée par des combustions directes. On pouvait ainsi envisager la synthèse de ces composés à un

point de vue nouveau. Lorsque ces recherches seront terminées, le moment sera venu de faire, pour les composés organiques, ce que nous avons fait pour les sels, lorsqu'il s'est agi d'établir la loi des *modules* qui préside à leurs transformations. »

CHIMIE. — *Observations sur la solubilité du chlorure d'argent à propos d'une Communication récente de M.* Stas; *par* **M. Is. Pierre.**

« La Note de M. Stas, insérée aux *Comptes rendus* du 23 octobre dernier, m'a rappelé quelques faits que j'ai eu l'occasion d'observer à l'École des Mines, en 1844.

» Il s'agit de la solubilité du chlorure d'argent dans les liqueurs acides.

» I. Lorsqu'on verse, à froid, et goutte à goutte, de l'azotate d'argent en solution un peu étendue, dans de l'acide chlorhydrique concentré, et qu'on agite rapidement, le chlorure d'argent qui se forme se dissout immédiatement et tellement vite, au début, que souvent on a peine à l'entrevoir. La proportion de chlorure d'argent qui se dissout ainsi *peut dépasser un demi pour* 100 du poids de l'acide chlorhydrique employé.

» Par une addition d'eau, la solution se trouble, et le trouble devient d'abord d'autant plus intense que la quantité d'eau ajoutée est plus considérable; mais il est assez difficile de précipiter ainsi la *totalité* du chlorure d'argent.

» II. Lorsqu'on distille de l'acide azotique sur une petite quantité de chlorure d'argent pulvérulent, on voit le chlorure d'argent disparaître peu à peu; mais ici ce n'est plus une simple dissolution, car on trouve, dans la cornue, de l'azotate d'argent cristallisé au lieu de chlorure, lorsque l'opération est à peu près terminée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

SÉRICICULTURE. — *Confection industrielle de la graine cellulaire des vers à soie* (*application des principes de* M. L. Pasteur). Note de **M. Guido Susani.**

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

« Au point de vue scientifique, je ne crois pas que, après la publication du remarquable ouvrage édité en 1870, par M. Pasteur, il y ait un mot à retrancher ou à ajouter aux conclusions par lesquelles l'éminent Membre

de l'Institut nous a donné, avec une certitude toute scientifique, les moyens de combattre la pébrine et d'en prévenir le retour.

» Ayant suivi depuis 1865, par les Communications faites à l'Académie des Sciences, les études de l'illustre savant, et convaincu, dès 1869, de l'efficacité incontestable du procédé, je me suis appliqué à rendre industrielle la confection de la graine *cellulaire*. Par le grainage cellulaire, non-seulement on est bien sûr de se procurer des graines absolument garanties contre la maladie des corpuscules, mais encore on a le moyen de choisir les pontes en se laissant guider par d'autres considérations dont la valeur va tous les jours en augmentant.

» Dans la pensée de M. Pasteur, le grainage cellulaire était limité à pourvoir au besoin des éducations faites en vue du grainage, qu'il appelle *industriel*. Il ne prévoyait pas qu'on pourrait donner, dès ce moment, au grainage cellulaire une extension en rapport avec l'étendue du besoin qu'on a de la graine dans les pays à grande industrie séricicole. Il doutait peut-être qu'il fût possible de confectionner la graine cellulaire à un prix de revient qui en permît l'emploi aux magnaniers pour les cocons destinés à la filature. Mais, si l'on arrive à satisfaire aux conditions indispensables de quantité et de prix, tout le monde devra préférer l'emploi des graines cellulaires. M'étant appliqué à résoudre ce problème, après deux années d'expériences, j'ai la certitude d'avoir atteint le but.

» En effet, j'ai réussi, en 1871, à organiser un véritable atelier, qui a produit à peu près 2000 onces de graine cellulaire dans les meilleures conditions possibles. J'ai acquis, en outre, par cette expérience déjà assez considérable, la certitude qu'on peut arriver, avec facilité, à une production illimitée; de même que, dans une filature, on augmente la production avec le nombre des broches. Quant au prix de revient, en l'ajoutant au prix marchand d'une bonne graine industrielle (telle que la livre M. Raybaud-Lange, opérant d'après les indications de M. Pasteur), le total reste dans des limites qui, en raison de la plus-value de la marchandise, doivent faire préférer, par tout magnanier intelligent, l'emploi de la graine cellulaire. L'importance du résultat doit s'apprécier pour les pays à grande production. En effet, si, dans un pays à petite production, il est facile d'arriver, avec de la graine cellulaire, à avoir des cocons aptes au grainage industriel, il n'en est pas de même dans les pays où le grand nombre des éducations constitue un milieu redoutable d'infection. Or, par ma méthode, on peut arriver, dans ces pays mêmes, à produire autant de graines cellulaires qu'il en faut pour leurs besoins, car les lots à 10 et

même à 20 pour 100 d'infection qu'il faut rejeter, s'il s'agit de grainage industriel ordinaire, sont encore convenables pour le grainage cellulaire, surtout lorsque, comme je le pratique, on examine, au microscope, le mâle aussi bien que la femelle de chaque ponte.

» Ceci dit, je passe à l'exposition de mon procédé. A l'aide d'une cellule spéciale et d'une petite boîte que j'ai imaginée pour y caser la cellule, pendant l'opération de la sélection, il permet d'opérer aussi en grand qu'on voudra, et d'écarter plusieurs causes d'erreur propres aux autres systèmes.

» Ma cellule consiste en un petit sac en tarlatane ordinaire, obtenu en pliant en deux un rectangle d'étoffe de 9 centimètres sur 18 centimètres. On le coud avec du fil très-mince des deux côtés, et l'on ferme l'embouchure par un gros fil, qui fait coulisse, à peu près comme le cordon d'une bourse à tabac. Le sac étant fermé, il peut être suspendu par la boucle de la coulisse. Chaque cellule est gonflée au fur et à mesure qu'on veut s'en servir, en y passant un tampon cylindrique en bois; à cause de l'apprêt, la forme donnée par le moule se conserve parfaitement.

« Les cocons étant disposés en *filanes*, on procède à la mise en cellule des couples, aussitôt que l'accouplement a eu lieu. Chaque couple est disposé au fond du petit sac, qu'on ferme de suite, en faisant jouer la coulisse, et qu'on suspend à un cadre de bois garni de tringles parallèles sur lesquelles sont fixées, à distance de 6 centimètres, de petites pointes en fer. Ces châssis, pendant qu'on les garnit des *sacs-cellules*, sont suspendus à un poteau spécial. Après le garnissage, on les place dans une cage où ils entrent à coulisse. Mes châssis sont hauts de $1^{m},80$ sur $0^{m},90$ de large. Les cages sont une espèce d'armoire à parois extérieures en toile métallique très-serrée, pour empêcher les dégâts énormes que produit le Dermeste du lard, lorsqu'on n'arrive pas à l'empêcher de déposer ses œufs auprès des papillons. Recevant huit cadres, chaque cage peut contenir jusqu'à 10000 cellules. Le couple, étant renfermé dans le sac, est dans les meilleures conditions d'aération, et l'on évite toute chance d'erreur, lorsqu'il s'agit d'identifier les générateurs de chaque ponte. Un grand nombre d'ouvriers peuvent opérer sous l'inspection d'un contre-maître. Déjà, cette année, j'ai réussi à mettre en cellule jusqu'à 35000 couples par matinée. En appliquant au travail autant d'ateliers qu'il est nécessaire, composés chacun de trois ouvrières opérant sur 4 mètres carrés de surface de filanes, on peut traiter autant de couples qu'on voudra. J'ai mis en cellule, cette année, 270000 couples; je prépare pour l'année prochaine un million de cellules,

convaincu par expérience que l'opération pourra se faire sans difficulté. Or, en admettant un déchet, même de 30 pour 100, tant en raison des corpuscules que pour d'autres causes d'élimination, un million de cellules donnera environ 10000 onces, c'est-à-dire à peu près un dixième de la graine qu'on peut *utilement* élever pour la filature, par exemple, dans le département de l'Ardèche, un des trois départements français où la production séricicole est la plus considérable.

» On examine au microscope le couple de chaque ponte, après l'avoir broyé dans un petit mortier. Dans cette opération, l'essentiel est qu'il n'y ait pas d'erreur sur la ponte à laquelle se rapporte chaque observation microscopique. J'ai rendu toute erreur de cette espèce matériellement impossible, en reliant d'une manière sûre, à l'aide de ma *boîte à sélection*, chaque ponte avec ses générateurs, même lorsque ceux-ci sont broyés dans le mortier. Cette boîte en bois est divisée en deux compartiments par un diaphragme. Dans l'un des compartiments est le mortier, dans l'autre on met le sac-cellule qui renferme la ponte avec les cadavres de ses générateurs. Il est évident qu'en posant auprès du microscope une seule boîte à la fois il n'y a pas d'erreur possible, puisque les papillons qu'on examine, après les avoir sortis du sac, sont bien les générateurs de la ponte qu'on a devant soi.

» L'usage de la boîte, aidé d'un système de contrôle que j'ai introduit, m'a permis d'opérer en grand avec facilité, puisque j'ai pu, par ce moyen, employer à la fois un grand nombre de micrographes, qui ne sont pas des savants, mais des paysannes, qui apprennent, en peu de jours, tout ce qu'il leur suffit de connaître du maniement du microscope pour arriver à opérer parfaitement la manipulation qu'on leur confie. Sur des plateaux en bois, j'ai disposé, sur cinq rangs, une série de vingt boîtes. Chaque ouvrière, en opérant sur une série, marque les boîtes dont le couple a été reconnu corpusculeux, au moyen d'une plaque en zinc, qu'on fixe par un ajustage sur les compartiments de la boîte où est le mortier infecté. Après l'examen de la série, l'ouvrière la porte, avec son plateau, au contrôle.

» Un premier contrôleur vérifie d'abord les préparations non recouvertes par la plaque en zinc de toute la série, en mêlant quelques gouttes de chacune d'elles, dans un mortier spécial, et soumettant ce mélange à un examen très-soigneux. Si dans le mélange il n'y a pas de corpuscules, la série passe à un dernier contrôle; mais si l'on en rencontre, on la renvoie à l'ouvrière, qui est payée à façon, et à laquelle, dans ce cas, on ne la compte pas.

» Le micrographe chargé du contrôle définitif mêle ensemble les préparations du premier contrôleur, cinq à cinq, dans un mortier, qui ainsi représente les couples, jugés non corpusculeux, de cinq séries de boîtes. Il examine le mélange. La sélection n'est définitivement approuvée que lorsqu'il y a constaté l'absence de corpuscules.

» Ces opérations de contrôle exigent, pour être efficaces, des soins minutieux; aussi, on ne doit les confier qu'à des hommes habiles et consciencieux. Mais au premier contrôle, un micrographe suffit à la vérification des observations de vingt ouvrières, et le contrôle définitif peut aisément être fait par le directeur de l'entreprise, quand même on aurait à faire manœuvrer quarante microscopes. En effet, ayant fait marcher cette année tous les jours, pendant trois mois, de huit à vingt microscopes, j'ai constaté qu'en moyenne, on peut compter sur 350 observations par jour et par ouvrière micrographe, si l'on confie à des aides spéciaux les ouvrages autres que l'observation microscopique. Or, comptant sur dix heures de travail, on a une moyenne de 35 observations par heure et par chaque ouvrière, auxquelles correspondent, pour quarante ouvriers, 14 observations faites au contrôle définitif. Par cette organisation, on arrive à examiner dans une journée de travail 14000 couples, qui, en admettant même une infection de 20 pour 100, donnent à peu près 170 onces de graine cellulaire.

» Dans ces conditions, qui sont des moyennes nullement exagérées, on arrive par ma méthode à confectionner, en marchant seulement pendant quatre mois, de 15 à 20000 onces de graine cellulaire, avec toutes les garanties désirables.

» Les planches photographiques que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, accompagnées d'une légende explicative assez étendue, permettront, aussi bien dans les détails que dans l'ensemble, de mieux apprécier mon procédé, tel que je l'ai appliqué chez moi. Les résultats ont surpassé mon attente. Quiconque voudra en essayer sera bien convaincu que le problème industriel que je m'étais proposé est résolu. Cette solution ayant, si je ne me trompe, une certaine importance pour tous les pays séricicoles, j'ose appeler sur elle l'attention de l'Académie, d'autant plus qu'il s'agit d'une question dont elle s'est toujours vivement préoccupée et qui a été depuis peu singulièrement éclairée par les savantes investigations d'un de ses membres les plus illustres. »

M. **Gracian-Garros** soumet au jugement de l'Académie un procédé permettant de donner aux tableaux peints à la sépia ou à l'aquarelle toute leur valeur de ton et toute leur transparence, et en même temps de les soustraire aux inconvénients du frottement et de l'humidité. L'auteur exprime le vœu d'être admis à mettre sous les yeux de l'Académie des spécimens de tableaux ayant reçu une couverte transparente et inaltérable ; il déclare être prêt à effectuer, devant une Commission qu'elle voudrait bien nommer, tous les essais qu'elle jugerait convenables.

Le procédé sera soumis à l'examen d'une Commission dont feront partie MM. Dumas et Chevreul, et qu'on priera l'Académie des Beaux-Arts de vouloir bien compléter par l'adjonction de deux de ses Membres.

M. F. **Boyer** adresse, de Nîmes, quelques nouveaux documents concernant les ravages du *Phylloxera vastatrix*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Niellon** adresse un Mémoire relatif à un système d'aérostats dirigeables.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Schofield** adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *Coyteux*, portant pour titre : « Discussions sur les principes de la Mécanique » ;

2° Un volume de M. *H. Berthoud*, intitulé : « Petites chroniques de la science ; dixième et dernière année » ;

3° Un volume de M. *Arth. Mangin*, portant pour titre : « L'homme et la bête ».

GÉOMÉTRIE. — *Propriétés relatives aux déplacements infiniment petits d'un corps lorsque ces déplacements ne sont définis que par quatre conditions; par* **M. Am. Mannheim.**

« Cinq conditions sont nécessaires pour déterminer le déplacement d'une figure de grandeur invariable. Pendant ce déplacement les points de cette figure décrivent des courbes trajectoires, les droites engendrent des surfaces, et les plans ont une enveloppe. Lorsque la figure mobile n'est plus assujettie qu'à quatre conditions, on peut, à un instant quelconque, la déplacer d'une infinité de manières. Pour chacun de ces déplacements, que nous supposons infiniment petits, un point, à partir de la position qu'il occupe, décrit un élément de trajectoire, et tous les éléments ainsi obtenus appartiennent à un élément de surface; une droite, à partir de la position qu'elle occupe, décrit un élément de surface réglée, et tous les éléments ainsi obtenus sont distincts; un plan, à partir de la position qu'il occupe, prend une infinité de positions, et tous les plans ainsi obtenus ne cessent pas de contenir un certain point du plan mobile.

» On peut se demander s'il existe, dans la figure mobile, des points qui, pour tous les déplacements, décrivent toujours le même élément à partir de leurs positions initiales; des droites qui, pour tous les déplacements et à partir de leurs positions initiales, décrivent des éléments tangents entre eux; des plans qui, à partir de leurs positions initiales, se déplacent sans cesser de contenir chacun une droite du plan mobile.

» Dans mon *Étude sur le déplacement d'une figure de forme invariable* (1) j'ai montré que, lorsque la figure mobile n'est assujettie qu'à quatre conditions, ce que nous supposons ici, il existe une infinité de points qui, à partir de leurs positions initiales, se déplacent chacun dans la même direction. Tous ces points, comme je l'ai fait voir, appartiennent à deux droites D, Δ, qui sont deux axes simultanés de rotations au moyen desquels on peut obtenir tous les déplacements de la figure mobile. M'appuyant sur ce résultat, je vais aujourd'hui considérer ce qui est relatif aux plans et aux droites.

» Commençons par les plans: *Les plans qui, à partir de leurs positions initiales, se déplacent sans cesser de contenir chacun une certaine droite du plan mobile sont les plans menés perpendiculairement à l'une ou à l'autre des droites* D *ou* Δ.

---

(1) *Mémoires des Savants étrangers*, t. XX, et *Journal de l'École Polytechnique*, 43e cahier.

» En effet, si l'on considère un plan perpendiculaire à D, sa rotation autour de cette droite le fera glisser sur lui-même; il se déplacera donc simplement en vertu de la rotation autour de Δ, et après un déplacement infiniment petit ce plan contiendra encore la projection de Δ faite sur lui-même.

» Proposons-nous maintenant de *chercher les droites qui, pour tous les déplacements de la figure mobile, à partir de leurs positions initiales, engendrent des éléments de surfaces tangents entre eux.*

» Nous avons déjà deux de ces droites : ce sont D et Δ, puisque chaque point de ces droites décrit toujours un même élément. Occupons-nous de chercher les autres droites.

» Appelons X l'une d'elles; prenons un point i sur cette droite ; la normale à tous les éléments que ce point peut décrire, à partir de sa position initiale, est la droite menée du point i et s'appuyant sur D et Δ.

» Si X engendre toujours des éléments tangents entre eux, la droite que nous construisons ainsi est normale en i à tous ces éléments. De même pour chacun des points de X, nous aurons une droite perpendiculaire à X et s'appuyant sur D et Δ. Toutes ces droites appartiennent à un paraboloïde qui contient ces trois droites; en outre, X est une ligne de striction de cette surface.

» Puisque ce paraboloïde a une ligne de striction qui est droite, l'autre ligne de striction est droite aussi ; celle-ci est alors la perpendiculaire commune à D et Δ; désignons-la par N. N est une génératrice de notre paraboloïde, et X doit rencontrer à angle droit cette droite.

» *Pour déterminer toutes les droites telles que* X, *nous devons donc chercher les lignes de striction des paraboloïdes qui contiennent* D *et* Δ *et dont un plan directeur est parallèle à la perpendiculaire commune à ces droites.*

» Prenons un point a sur D; une droite quelconque, issue de ce point, qui s'appuie sur Δ, est une génératrice de l'un de ces paraboloïdes : la perpendiculaire commune à cette droite et à N est une ligne de striction de ce paraboloïde et par conséquent une droite X. Lorsqu'on fait varier la droite issue du point a, on obtient toutes les droites X demandées.

» *Quelle est la surface formée par ces droites?*

» Pour répondre à cette question, cherchons suivant quelle ligne cette surface coupe le plan qui contient a et Δ. Cette dernière droite fait partie de cette intersection; pour obtenir la nature de la partie restante, faisons la projection de la figure sur un plan perpendiculaire à N. N se projette en un point n. Les droites D et Δ ont pour projections des lignes qui se

coupent en n. Les droites issues de a et qui s'appuient sur Δ se projettent suivant toutes les lignes menées du point a' projection de a. Les perpendiculaires abaissées de n sur ces dernières droites sont les projections des droites X. Les pieds de ces perpendiculaires sur les droites passant par a' appartiennent à la circonférence de cercle décrite sur na' comme diamètre. Cette circonférence n'est autre que la projection de la ligne d'intersection dont nous nous occupons.

» Nous voyons donc que : *La surface formée par les droites* X *coupe le plan* (a, Δ) *suivant une droite et une ellipse : cette surface est donc du troisième ordre.*

» Nous pouvons dire que cette surface est un conoïde droit ayant pour directrice une ellipse qui rencontre la directrice rectiligne et dont la projection sur le plan directeur est une circonférence de cercle. Cette génération montre aussi pourquoi N est une ligne double de la surface.

» Chacun des déplacements infiniment petits qu'on peut imprimer à la figure mobile à partir de sa position initiale est un déplacement hélicoïdal donnant lieu à un axe de déplacement. Nos droites X ne sont autres que ces axes de déplacement, comme cela résulte de leur construction. Nous pouvons donc dire aussi que : *Lorsqu'une figure de forme invariable n'est assujettie qu'à quatre conditions, les axes de tous les déplacements qu'on peut lui imprimer, à partir d'une quelconque de ses positions sont les génératrices d'un conoïde droit du troisième ordre.* »

MÉCANIQUE. — *Sur l'intégration des équations aux différences partielles, relatives aux mouvements intérieurs des corps solides ductiles, lorsque ces mouvements ont lieu par plans parallèles.* Note de **M. Maurice Levy** (*), présentée par M. Phillips.

« Les équations qui font l'objet de la présente Note sont les suivantes :

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{dN_1}{dx} + \dfrac{dT}{dy} = 0, \\ \dfrac{dT}{dx} + \dfrac{dN_2}{dy} = 0, \\ (N_2 - N_1)^2 + 4T^2 = 4K^2 = \text{const.}, \end{cases}$$

où N_1, N_2 et T sont trois fonctions inconnues de x et de y (**). Leur inté-

(*) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(**) Dans ces équations, dont les deux premières sont connues et dont la troisième a été

gration se ramène immédiatement, comme je l'ai fait observer dans un Mémoire précédemment approuvé par l'Académie (*), à celle d'une équation aux différences partielles du second ordre non linéaire. Mais, au point de vue du problème physique qui a donné naissance aux équations (1), il est préférable de les traiter directement : c'est ce que je me propose de faire dans la présente Note.

» On satisfait à la dernière, quelles que soient les deux fonctions auxiliaires ξ et η, en posant

$$(2)\qquad \begin{cases} N_1 = K(\xi - \cos\eta), \\ N_2 = K(\xi + \cos\eta), \\ T = K \sin\eta. \end{cases}$$

» Reste à déterminer les fonctions ξ et η de façon à satisfaire aussi aux deux premières. Mais, comme les inconnues N_1, N_2 et T se trouvent toutes exprimées très-simplement en ξ et η, il est naturel de prendre ces deux lettres comme nouvelles variables indépendantes; alors le problème se trouvera renversé : au lieu d'avoir à déterminer ξ et η en x et y, nous devrons regarder, au contraire, x et y comme deux fonctions inconnues des variables ξ et η, à déterminer par la condition que les deux premières équations (1) soient satisfaites. Or, si U est une fonction de x et y que l'on veuille exprimer en ξ et η, on a les formules de transformation

$$\frac{dU}{dx} = \frac{\frac{dU}{d\xi}\frac{dy}{d\eta} - \frac{dU}{d\eta}\frac{dy}{d\xi}}{\frac{dx}{d\xi}\frac{dy}{d\eta} - \frac{dx}{d\eta}\frac{dy}{d\xi}},$$

$$\frac{dU}{dy} = \frac{-\frac{dU}{d\xi}\frac{dx}{d\eta} + \frac{dU}{d\eta}\frac{dx}{d\xi}}{\frac{dx}{d\xi}\frac{dy}{d\eta} - \frac{dx}{d\eta}\frac{dy}{d\xi}}.$$

» Si l'on applique ces formules successivement aux trois fonctions N_1, N_2 et T, et que l'on porte les valeurs obtenues pour $\frac{dN_1}{dx}$, $\frac{dN_2}{dy}$, $\frac{dT}{dx}$, $\frac{dT}{dy}$, dans

---

établie par M. de Saint-Venant, d'après les expériences de M. Tresca (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 479), N_1, N_2 et T sont les composantes normales et tangentielles des pressions exercées sur des éléments parallèles aux x et aux y pris à l'intérieur du corps comprimé.

(*) *Comptes rendus* du 10 juillet 1871, t. LXXIII.

les deux premières (1), ces équations seront remplacées par les suivantes :

$$\frac{dN_1}{d\xi}\frac{dy}{d\eta} - \frac{dN_1}{d\eta}\frac{dy}{d\xi} - \frac{dT}{d\xi}\frac{dx}{d\eta} + \frac{dT}{d\eta}\frac{dx}{d\xi} = 0,$$

$$\frac{dT}{d\xi}\frac{dy}{d\eta} - \frac{dT}{d\eta}\frac{dy}{d\xi} - \frac{dN_2}{d\xi}\frac{dx}{d\eta} + \frac{dN_2}{d\eta}\frac{dx}{d\xi} = 0,$$

ou, puisque en vertu des expressions (2) on a

$$\frac{dN_1}{d\xi} = K, \quad \frac{dN_1}{d\eta} = K\sin\eta,$$

$$\frac{dN_2}{d\xi} = K, \quad \frac{dN_2}{d\eta} = -K\sin\eta,$$

$$\frac{dT}{d\xi} = 0, \quad \frac{dT}{d\eta} = K\cos\eta,$$

par celles-ci :

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{dy}{d\eta} - \sin\eta\frac{dy}{d\xi} + \cos\eta\frac{dx}{d\xi} = 0, \\ &\cos\eta\frac{dy}{d\xi} + \frac{dx}{d\eta} + \sin\eta\frac{dx}{d\xi} = 0, \end{aligned} \right.$$

qui sont linéaires par rapport aux inconnues x et y; en éliminant y entre ces deux équations, on ramènerait donc le problème à une équation aux différences partielles du second ordre *linéaire*. Cette équation serait la suivante :

$$(4) \qquad \cos\eta\left(\frac{d^2x}{d\xi^2} - \frac{d^2x}{d\eta^2}\right) - \frac{dx}{d\xi} - \sin\eta\frac{dx}{d\eta} = 0.$$

» Quoique d'une forme très-simple, elle ne se prêterait pas encore très-facilement à l'intégration, et il est préférable d'introduire dans les équations (3), en place des inconnues x et y, les deux imaginaires conjuguées

$$(5) \qquad \left\{ \begin{aligned} x + iy &= 2x', \\ x - iy &= 2y', \end{aligned} \right.$$

d'où

$$(5\ bis) \qquad \left\{ \begin{aligned} x &= x' + y', \\ y &= i(y' - x'). \end{aligned} \right.$$

» Au moyen de ces nouvelles inconnues, les équations (3) deviennent

$$i\left(\frac{dy'}{d\eta} - \frac{dx'}{d\eta}\right) - i\sin\eta\left(\frac{dy'}{d\xi} - \frac{dx'}{d\xi}\right) + \cos\eta\left(\frac{dy'}{d\xi} + \frac{dx'}{d\xi}\right) = 0,$$

$$i\cos\eta\left(\frac{dy'}{d\xi} - \frac{dx'}{d\xi}\right) + \frac{dy'}{d\eta} + \frac{dx'}{d\eta} + \sin\eta\left(\frac{dy'}{d\xi} + \frac{dx'}{d\xi}\right) = 0,$$

ou, en groupant les termes après avoir multiplié la seconde par i,

$$(\cos\eta - i\sin\eta)\frac{dy'}{d\xi} + i\frac{dy'}{d\eta} + (\cos\eta + i\sin\eta)\frac{dx'}{d\xi} - i\frac{dx'}{d\eta} = 0,$$
$$-(\cos\eta - i\sin\eta)\frac{dy'}{d\xi} + i\frac{dy'}{d\eta} + (\cos\eta + i\sin\eta)\frac{dx'}{d\xi} + i\frac{dx'}{d\eta} = 0.$$

Ajoutant et retranchant,

$$\frac{dy'}{d\eta} = i(\cos\eta + i\sin\eta)\frac{dx'}{d\xi},$$
$$(\cos\eta - i\sin\eta)\frac{dy'}{d\xi} - i\frac{dx'}{d\eta} = 0,$$

ou

$$(6) \qquad \begin{cases} \dfrac{dy'}{d\eta} = ie^{i\eta}\dfrac{dx'}{d\xi}, \\ \dfrac{dy'}{d\xi} = ie^{i\eta}\dfrac{dx'}{d\eta}. \end{cases}$$

» Voilà les deux équations très-simples qui tiennent lieu des équations (3). En égalant les deux expressions de $\frac{d^2y'}{d\xi\,d\eta}$ qu'on en tire, il vient

$$(7) \qquad \frac{d^2x'}{d\xi^2} - \frac{d^2x'}{d\eta^2} - i\frac{dx'}{d\eta} = 0.$$

» Telle est l'équation aux différences partielles du second ordre à laquelle le problème est maintenant ramené. Cette équation est linéaire et *à coefficients constants*. On en trouve immédiatement une solution complète, savoir :

$$x' = \left(Me^{\frac{\beta\xi}{2}} + Ne^{-\frac{\beta\xi}{2}}\right)\left[Pe^{\frac{i}{2}(-1+\sqrt{1-\beta^2})\eta} + Qe^{\frac{i}{2}(1-\sqrt{1-\beta^2})\eta}\right],$$

où M, N, P, Q, β sont cinq constantes arbitraires. En portant cette expression dans les équations (6), on trouve

$$y' = \frac{1}{\beta}\left(Me^{\frac{\beta\xi}{2}} - Ne^{-\frac{\beta\xi}{2}}\right)$$
$$\times\left[P(-1+\sqrt{1-\beta^2})\,e^{\frac{i}{2}(1+\sqrt{1-\beta^2})\eta} - Q(1+\sqrt{1-\beta^2})\,e^{\frac{i}{2}(1-\sqrt{1-\beta^2})\eta}\right].$$

En ajoutant ensemble un nombre quelconque de termes semblables ne différant entre eux que par les valeurs données aux constantes arbitraires, on aura pour x' et y' des expressions contenant autant d'arbitraires qu'on

le voudra. Ces arbitraires pourront recevoir des valeurs réelles ou imaginaires; mais elles devront être choisies, dans la question qui nous occupe, de façon à donner, pour les coordonnées

$$x = x' + y',$$
$$y = i(y' - x')$$

des expressions réelles. Il est aisé de satisfaire à cette condition, et l'on obtiendra, tous calculs faits, pour x et y, les valeurs suivantes, d'où les imaginaires ont disparu, et qui contiennent une quintuple série, limitée ou illimitée, de constantes arbitraires essentiellement réelles, représentées par les lettres A, B, C, D, α :

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned}
x = \sum & \left\{\begin{aligned}
& A e^{\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}} \left[\sqrt{1+\alpha}\cos(1-\alpha)\frac{\eta}{2} + \sqrt{1-\alpha}\cos(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right],\\
+ & B e^{-\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}} \left[\sqrt{1+\alpha}\cos(1-\alpha)\frac{\eta}{2} - \sqrt{1-\alpha}\cos(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right],\\
+ & C e^{\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}} \left[\sqrt{1+\alpha}\sin(1-\alpha)\frac{\eta}{2} - \sqrt{1-\alpha}\sin(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right],\\
+ & D e^{-\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}} \left[\sqrt{1+\alpha}\sin(1-\alpha)\frac{\eta}{2} + \sqrt{1-\alpha}\sin(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right];
\end{aligned}\right.\\
y = \sum & \left\{\begin{aligned}
& A e^{\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}} \left[-\sqrt{1+\alpha}\sin(1-\alpha)\frac{\eta}{2} - \sqrt{1-\alpha}\sin(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right],\\
+ & B e^{-\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}} \left[-\sqrt{1+\alpha}\sin(1-\alpha)\frac{\eta}{2} + \sqrt{1-\alpha}\sin(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right],\\
+ & C e^{\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}} \left[\sqrt{1+\alpha}\cos(1-\alpha)\frac{\eta}{2} - \sqrt{1-\alpha}\cos(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right],\\
+ & D e^{-\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}} \left[\sqrt{1+\alpha}\cos(1-\alpha)\frac{\eta}{2} + \sqrt{1-\alpha}\cos(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right],
\end{aligned}\right.
\end{aligned}\right.$$

le signe Σ indiquant un nombre quelconque de termes similaires répondant à des valeurs de α comprises entre -1 et $+1$, et des valeurs correspondantes de A, B, C, D dépendant des conditions *à la surface* des problèmes que l'on a en vue. Il est d'ailleurs aisé de vérifier l'exactitude des expressions (8) en les portant dans les équations (3).

» En joignant aux équations (8) celles (2), savoir :

$$(2\ bis)\quad \left\{\begin{aligned}
N_1 &= K(\xi - \cos\eta),\\
N_2 &= K(\xi + \cos\eta),\\
T &= K\sin\eta,
\end{aligned}\right.$$

on a toutes les fonctions inconnues exprimées au moyen des deux variables auxiliaires ξ et η.

» Ces variables sont aisées à définir. Ce sont les paramètres de deux familles de courbes tracées dans le plan et représentées analytiquement par les équations (8). Les courbes

$$\eta = \text{constante}$$

sont celles le long desquelles T conserve une valeur constante.

» Les courbes

$$\xi = \text{constante}$$

sont plus importantes. Sur chacune d'elles la somme $N_1 + N_2$ demeure constante. Or la somme $N_1 + N_2$ est indépendante du choix des axes de coordonnées. Elle est égale à la somme des deux forces principales, laquelle demeure ainsi constante le long de chacune de ces courbes. Et comme la différence de ces forces est, en vertu de la dernière des équations (1), constante dans toute l'étendue du plan que l'on considère, il s'ensuit que le long des courbes $\xi =$ constante chacune des deux forces principales reste séparément constante, et par suite il en est de même de la pression exercée sur tout élément-plan formant avec la direction des forces principales un angle déterminé. L'ellipse lieu des extrémités de toutes ces pressions reste invariable de forme (non en général d'orientation) en tous les points de chaque courbe ξ. On voit par là combien ces courbes, que notre analyse introduit si naturellement, sont intimement liées au problème qui nous occupe. Nous montrerons dans un autre travail que les variables ξ et η se prêtent aussi très-bien à l'expression des conditions *à la surface* que l'on rencontre dans les applications de ce problème (*). Mais on voit dès à présent que par nos équations on en pourra trouver autant de solutions simples que l'on voudra. Chacune de ces solutions se rapportera à des conditions particulières *à la surface* que l'on pourra réaliser expérimentalement, ce qui permettra de donner aux expériences entreprises par M. Tresca, sur cette nouvelle et importante branche de la mécanique, une direction vraiment rationnelle, en les éclairant à chaque pas par la théorie et en vérifiant d'un autre côté à tout instant la théorie par l'observation. »

(*) Dans la plupart des cas, les conditions à exprimer sont la constance de l'une des forces principales ou celle de l'action tangentielle T, c'est-à-dire, d'après ce qui précède, la constance de l'un ou de l'autre des deux paramètres ξ et η.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Étude sur la torsion prolongée au delà de la limite d'élasticité.* Mémoire de **M. H. Tresca**, présenté par M. le général Morin. (Extrait par l'auteur.)

« Entre toutes les théories de la résistance des matériaux, celle de la torsion d'un solide cylindrique est la plus complète, en ce qu'elle se rattache directement à celle de l'élasticité, et si le nombre des expériences à l'aide desquelles les coefficients de torsion ont été déterminés n'était, pour les métaux secondaires, insuffisant, on n'aurait, pour ainsi dire, rien à désirer, soit au point de vue théorique, soit au point de vue des applications.

» Cette certitude nous a engagé à poursuivre l'étude des phénomènes de torsion au delà des limites de l'élasticité, et à rechercher comment le solide se déformerait lorsqu'il aurait été privé, par une déformation suffisante, de toute réaction élastique.

» Les expériences ont été faites au commencement de l'année 1870, à l'aide d'une presse hydraulique, disposée par M. Clair pour déterminer le mouvement de rotation du plateau en vue des essais de torsion.

» Elles ont été interprétées d'abord, et pour les plus plus petits angles de torsion, à l'aide de la formule

$$Pp = G\theta I_0;$$

ensuite, et pour les plus grands angles de torsion, à l'aide d'une formule

$$Pp = \frac{2}{3}\pi K r^3,$$

déduite de l'hypothèse d'une résistance au glissement indépendante de l'étendue des déplacements antérieurs, conformément aux considérations développées dans notre Mémoire sur le poinçonnage; enfin, par une formule intermédiaire,

$$Pp = \frac{2}{3}\pi K r^3 - \frac{K'}{\theta^3},$$

permettant de tenir compte tout à la fois de l'élasticité parfaite de la zone centrale, de l'élasticité déjà altérée d'une zone intermédiaire et de l'état de fluidité de la zone extérieure.

» Quelques échantillons ont été coupés suivant un plan méridien après la torsion, et les courbes que l'oxydation a déterminées dans ce plan ont permis d'ailleurs d'étudier toutes les circonstances de la déformation.

» Les conclusions auxquelles ces recherches nous ont conduit sont les suivantes :

» 1° Au delà de leur limite d'élasticité, les solides tordus continuent à se déformer suivant les mêmes lois géométriques que pendant la période élastique, chaque file longitudinale de molécules pouvant ainsi se courber en une hélice à pas très-court et très-régulier.

» 2° Il est possible de représenter les phénomènes de la torsion par une formule qui tienne compte à la fois du développement des actions moléculaires dans trois zones distinctes, les deux zones extrêmes correspondant respectivement aux limites d'élasticité et de fluidité, ce qui a permis de considérer un troisième coefficient K', qui caractérise la déformation de la zone intermédiaire.

» 3° La valeur du coefficient K de fluidité pour le fer tordu peut être estimée, par mètre carré, à $K = 28,81 \times 10^6$, ce qui se rapproche beaucoup du coefficient de rupture pour ce métal; celle de K' est alors

$$K' = 58 \times 10^4.$$

» 4° On verra avec intérêt les échantillons tordus qui ont été rabotés suivant l'axe avant d'être oxydés, et qui montrent d'un bout à l'autre comment les feuillets de soudure se déforment, bien au delà de la limite d'élasticité, en obéissant aux conditions géométriques sur lesquelles la théorie de la torsion est fondée.

» 5° Les belles nappes que forment les courbes dessinées par l'oxydation permettent d'assister à tous les détails des déformations produites par la torsion, et la superposition régulière des surfaces hélicoïdes qu'elles représentent semble indiquer que l'on pourrait tirer un excellent parti de leur enchevêtrement pour rendre les fibres du fer moins indépendantes, en soumettant à une torsion énergique, avant de procéder au dernier laminage, les barres auxquelles on aurait à demander une qualité exceptionnelle. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la formation des précipités.* Note de **M. Berthelot.**

« En général, la formation des précipités engendre de la chaleur, comme le montrent la précipitation des chlorure, bromure et iodure d'argent; celle des sulfates et oxalates de baryte et de chaux ; celle des oxydes métalliques par la potasse; celle de l'iode par le chlore et le brome, etc. On comprend qu'il doive en être ainsi d'ordinaire, car la séparation d'un corps solide au sein d'un liquide équivaut à la solidification d'un corps fondu : la cha-

leur dégagée représente le travail qu'il faudrait dépenser en sens inverse pour détruire l'agrégation des particules.

» Cependant la formation d'un précipité est une opération plus complexe qu'une simple *solidification;* il s'y produit diverses autres actions, fort importantes au point de vue de la mécanique chimique, telles que la *déshydratation* des composés, leur *cristallisation*, leurs *changements d'agrégation*, enfin même la *séparation entre l'acide et la base* des sels.

I. — *Formation d'un composé solide.*

» 1. La chaleur dégagée dans les premiers moments de la formation des précipités est due le plus souvent et en majeure partie à la formation desdits corps solides. C'est ce que démontre l'étude des sels que l'on peut obtenir à volonté à l'état dissous ou à l'état précipité.

» 2. Tel est le *chlorure de plomb*. L'azotate de plomb, mêlé avec le chlorure de sodium convenablement dilué, ne produit aucun précipité :

$$\left\{\begin{array}{ll} AzO^6Pb\,(1\text{ équiv.} = 2^{lit}) + NaCl\,(1\text{ équiv.} = 18^{lit})\text{ absorbe}\ldots\ldots & -0{,}81, \\ AzO^6Na\,(1\text{ équiv.} = 2^{lit}) + PbCl\,(1\text{ équiv.} = 20^{lit})\ (1)\ldots\ldots\ldots\ldots & -0{,}55. \end{array}\right.$$

» Ces absorptions de chaleur répondent à peu près à la dilution semblable de l'azotate de plomb (— 0,78) ou de soude (— 0,50) isolé.

» Avec des liqueurs plus concentrées, il se produit un précipité :

$$AzO^6Pb\,(1\text{ équiv.} = 2^{lit}) + NaCl\,(1\text{ équiv.} = 2^{lit})\text{ dégage } +1{,}53.$$

» La chaleur dégagée s'élève à + 2,0 environ pour 1 équivalent de PbCl réellement précipité, si l'on tient compte de la solubilité de ce sel.

» 3. Citons aussi le *picrate de potasse*. Dans une liqueur étendue, l'acide picrique s'unit à la potasse et forme un sel dissous, avec un dégagement de + 13,7 : c'est à peu près le même chiffre que pour la soude (+ 13,8). Les solutions sont-elles plus concentrées, le picrate de potasse se précipite sous forme cristalline, avec un très-grand dégagement de chaleur : $+10^c{,}0$ pour 1 équivalent de sel réellement précipité.

» 4. Soit encore la formation du *tartrate de chaux*. Mélange-t-on le tartrate de soude à équivalents égaux avec le chlorure de calcium, la liqueur reste d'abord limpide, tandis qu'il se dégage de la chaleur (+ 1,04) ; puis elle se trouble, après quelques minutes, et se remplit de fins cristaux de

---

(1) On déduit de là $(PbO + AzO^6H) - (PbO + HCl)$.................. $= 0{,}29$,
En admettant pour PbO anhydre + AzO^6H (Thomsen).. $= 8{,}9$,
$PbO + HCl = PbCl$ dissous dégage.................. $+ 8{,}6$.

tartrate de chaux, en dégageant une nouvelle quantité de chaleur, plus grande que la première : + 2,96 (pour CaCl).

» 5. Ces trois exemples représentent chacun un cas général et une méthode de recherches. Sans les multiplier, on voit que ce n'est point la réaction chimique qui dégage la principale quantité de chaleur ; mais c'est l'action physique consécutive, due à la formation d'un corps solide.

» Cependant il ne faudrait pas croire que toute précipitation, par une loi nécessaire, dût dégager de la chaleur et en quantité comparable à la solidification d'un corps fondu. Parfois cette quantité est insignifiante, ou même négative, à cause des effets de déshydratation et de décomposition chimique.

II. — *Deshydratation des composés précipités.*

» 1. *Chaux.* — La précipitation de la chaux par la potasse, dans les solutions étendues des sels calcaires, donne lieu à une absorption de chaleur, peu considérable à la vérité, mais constante, et que M. Andrews avait déjà observée. Or cette absorption est expliquée par l'expérience suivante.

» L'hydrate de chaux se dissout dans l'eau avec dégagement de chaleur : $+ 1^{cal},50$ environ pour CaO, HO; dégagement qui s'accroît encore par la dilution. La chaux se comporte donc comme la potasse à l'égard de l'eau, malgré sa faible solubilité ; c'est-à-dire que l'hydrate de chaux, en se dissolvant, forme avec l'eau de nouvelles combinaisons plus hydratées, et telles que le dégagement de chaleur qui en résulte compense et au delà le froid produit par la désagrégation et la liquéfaction du corps solide.

» Par une conséquence nécessaire, la précipitation de la chaux doit être accompagnée d'une déshydratation, c'est-à-dire d'une décomposition, traduite par une absorption de chaleur, laquelle compense et au delà la chaleur dégagée lors de la solidification de l'hydrate de chaux.

» 2. *Carbonate de chaux.* — Le carbonate de chaux amorphe, formé par double décomposition, donne aussi lieu à une absorption de chaleur :

$CO^3K + CaCl = CO^3Ca + KCl$ absorbe .... $- 0^{cal},45$,
$CO^3Na + CaCl = CO^3Ca + NaCl$ absorbe .... $- 0^{cal},57$.

Pour comprendre cette absorption de chaleur, il faut comparer le carbonate de chaux avec les carbonates de potasse et de soude :

CO^2 dissous + KO dissoute dégage + 10,1,
CO^2 dissous + NaO dissoute dégage + 10,2,
Or CO^2 dissous + CaO dissoute dégage + 9,7,

d'après l'expérience directe, c'est-à-dire une moindre quantité de chaleur ;

résultat qui concorde avec les expériences de double décomposition. En effet, les chiffres de celles-ci, combinés avec les nombres que j'ai déjà donnés dans ce Recueil (t. LXXIII, p. 747 et 748), indiquent que l'acide carbonique dissous et la chaux dissoute doivent dégager + 9,9 et + 9,8 respectivement, valeurs concordantes avec + 9,7 trouvé directement.

» La formation du carbonate de chaux précipité, par l'union de l'acide et de la base dissous, dégage donc moins de chaleur que celle des carbonates de potasse et de soude. Au contraire, la formation des chlorure et sulfate de calcium dissous dégage autant de chaleur (sinon même un peu plus) que celle des chlorures et sulfates de potassium et de sodium, ce qui prouve l'équivalence thermique de la chaux dissoute avec la potasse et la soude.

» Mais aussi le carbonate de chaux précipité n'est pas strictement comparable aux carbonates alcalins dissous dont il dérive, ceux-ci formant avec l'eau divers hydrates définis, tandis que le premier est plus ou moins déshydraté. Or la dissolution des carbonates alcalins, sous divers états, met en jeu les quantités suivantes de chaleur, d'après mes expériences :

CO^3K anhydre + Aq (1 partie de sel + 60 parties d'eau)........	+ 3,27,
CO^3K, $1\frac{1}{2}$ HO cristallisé + Aq (1 partie de sel + 40 parties d'eau)..	— 0,12;
CO^3Na anhydre + Aq (1 partie de sel + 50 parties d'eau)	+ 2,77,
CO^3Na, 10 HO cristallisé + Aq (1 partie de sel + 50 parties d'eau)	— 7,41.

» La séparation entre l'eau et les carbonates alcalins hydratés dégage donc de la chaleur, comme il convient à une *solidification physique*. Mais la séparation entre l'eau et les mêmes carbonates anhydres en absorbe, comme il convient à une *décomposition chimique* des hydrates salins existant dans la liqueur. Or la formation du carbonate de potasse anhydre, depuis l'acide et la base dissous, dégagerait seulement + 6,8 ; celle du carbonate de soude anhydre + 7,4; chiffres moindres encore que la valeur + 9,8, relative au carbonate de chaux précipité. Il est donc permis d'attribuer l'écart entre 9,8 et 10,2, et par conséquent l'absorption de chaleur observée lors de la précipitation du carbonate de chaux, à la déshydratation partielle dudit sel au moment de sa précipitation.

» 3. *Carbonate de magnésie.* — Les mêmes phénomènes s'observent lorsqu'on précipite les carbonates normaux de la série magnésienne :

	$CO^3K + SO^4Mg = CO^3Mg + SO^4K$ absorbe..........	— $1^{cal},05$;
d'où l'on déduit	CO^2 dissous + MgO (hydrate précipité).............	= + 9,0,

quantité très-inférieure à CO^2 + KO... = + 10,10; tandis que la formation des sulfates de potasse et de magnésie dissous dégage à peu près la même quantité de chaleur.

« 4. *Carbonate de fer.* — J'ai trouvé :

$CO^3K + SO^4Fe = CO^3Fe + SO^4K$ absorbe... — 1,73 : $CO^2 + FeO = + 5,1$,
$CO^3Na + SO^4Fe = CO^3Fe + SO^4Na$ » ... — 1,87 : » + 4,9.

L'écart thermique entre les carbonates de fer et de potasse surpasse de — 1,73 l'écart semblable entre les sulfates correspondants.

» 5. *Carbonate de manganèse.* — $CO^3K + MnCl$ absorbe — 2,01 au moment du mélange, avec formation d'un carbonate amorphe. Au bout de quelques minutes, ce corps se change rapidement en carbonate cristallin, avec un dégagement de + 0,81; la somme des deux effets restant négative : — 1,20. De même,

$CO^3Na + MnCl$ absorbe — 1,87 environ; puis dégage + 0,69, somme — 1,18.
On déduit de ces chiffres : CO^2 dissous + $MnO = CO^3Mn$ amorphe.... + 6,0,
» » » cristallisé..... + 6,8.

» Toutes ces absorptions de chaleur me paraissent représenter des phénomènes de déshydratation du composé insoluble, celui-ci n'étant pas formé suivant le même type que le composé soluble qu'il remplace.

» 6. Soit encore le *sulfate de chaux*. Les deux solutions normales susceptibles de le former ($SO^4Na + CaCl$) peuvent être mélangées sans donner lieu à un précipité; il se produit seulement une légère absorption de chaleur, qui semble même varier graduellement de — 0,15 à — 0,23. Je détermine alors la cristallisation du sulfate de chaux au moyen d'une pincée du même sel; il se sépare lentement et avec un faible dégagement de chaleur, + 0,32 environ : ce nombre est beaucoup trop faible pour représenter simplement la séparation d'un corps solide.

» 7. Même observation pour la précipitation du *sulfate de strontiane :*

$SrCl + SO^4Na = SO^4Sr + NaCl$ dégage .... + 0,08.

» Ces résultats contrastent avec la précipitation du *sulfate de baryte* par double décomposition saline, laquelle dégage + 2,5 à + 2,9, suivant la nature des sels. Ils indiquent, à mon avis, l'existence d'une action thermique de signe contraire à la solidification et qui varie d'un sel à l'autre, telle que la décomposition des hydrates salins formés au début de la réaction. »

TOXICOLOGIE. — *Recherche de l'acide chlorhydrique dans les cas d'empoisonnement.* Note de **M. J. Bouis**, présentée par M. Peligot.

« Les chimistes chargés des expertises dans les affaires médico-légales connaissent les difficultés qui se présentent lorsqu'on a à rechercher un

empoisonnement par l'acide chlorhydrique, si cet acide a été employé en petite quantité. La forte acidité des matières de l'estomac, ainsi que la formation de fausses membranes sur les muqueuses et de taches grisâtres autour de la bouche, sur les lèvres et à l'intérieur de la cavité buccale, peuvent quelquefois permettre de se prononcer affirmativement; mais ces caractères venant à manquer, le doute peut exister. Les matières contenues dans l'estomac renferment en effet des chlorures précipitant par l'azotate d'argent, et de plus ces matières peuvent être rendues acides, soit par de l'acide acétique ingéré avec les aliments, soit par le suc gastrique.

» Les procédés mis en usage habituellement pour isoler l'acide chlorhydrique de divers liquides ne s'appliquent pas au cas où l'acide a produit l'empoisonnement; la distillation des matières suspectes doit être poussée jusqu'à la carbonisation pour qu'une partie seulement de l'acide se volatilise. M. Roussin a cherché à tourner la difficulté; il divise les liquides en deux parties égales et ajoute à une portion un excès de carbonate de soude; après calcination, dans les mêmes conditions, il compare les quantités de chlorure obtenues, et si la proportion de chlorure est plus forte dans la partie additionnée de carbonate alcalin, il conclut à la présence de l'acide chlorhydrique. Ce moyen, bon dans quelques cas, ne peut évidemment s'appliquer lorsque la proportion d'acide chlorhydrique est faible. Ayant été consulté sur cette question, j'ai pensé qu'on arriverait à un résultat satisfaisant si l'on parvenait à constater facilement la production du chlore ou de l'eau régale.

» Lorsqu'on ajoute aux liquides suspects une petite quantité de bioxyde de plomb ou de peroxyde de manganèse et qu'on chauffe légèrement, la présence de l'acide chlorhydrique libre se manifeste par un dégagement de chlore, qui souvent peut être reconnu par l'iodure de potassium amidonné ou en recevant le gaz dans un tube à boules contenant une dissolution d'acide sulfureux, qui se trouve transformé en acide sulfurique. Mais la présence des matières animales qui absorbent le chlore met quelquefois obstacle au dégagement de ce gaz, et j'ai obtenu de meilleurs résultats en cherchant à constater dans les liquides la dissolution d'une quantité plus ou moins forte d'or. L'expérience est basée sur ce fait, bien connu du reste, que, si l'on fait un mélange d'azotate de potasse et d'acide chlorhydrique, il y a formation d'eau régale en élevant légèrement la température, tandis que le même effet n'a pas lieu en chauffant une dissolution d'azotate et de chlorure de sodium (1).

(1) Les générateurs à vapeur dans lesquels on emploie des eaux renfermant des azotates

» De même, si l'on remplace l'azotate par le chlorate, le phénomène est bien plus sensible. Voici donc comment il convient d'opérer : après avoir passé les matières à travers un linge et du papier préalablement lavés à l'eau acidulée par l'acide acétique, on met dans le liquide filtré une lame mince d'or ou de l'or en feuilles, et l'on ajoute quelques fragments de chlorate de potasse. En maintenant le mélange au bain-marie pendant une heure ou deux, ou un peu plus si cela est nécesssaire, l'or est attaqué s'il y a la moindre trace d'acide chlorhydrique libre. Le protochlorure d'étain indique immédiatement si l'or a été dissous. La quantité d'or entré en dissolution fait connaître la proportion d'acide chlorhydrique. Si les liqueurs sont trop étendues, on les évapore au bain-marie en présence de l'or et du chlorate. J'ai pu ainsi reconnaître quelques centigrammes d'acide chlorhydrique contenus dans une grande quantité de liquide.

» Je me suis assuré, par des expériences directes, que des dissolutions de chlorure de sodium et de chlorate de potasse ou d'azotate de potasse n'ont aucune action sur l'or, même lorsqu'on les fait bouillir avec les acides qui peuvent se rencontrer dans l'économie, comme l'acide acétique, l'acide lactique.

» Il est superflu d'ajouter qu'avant de faire l'essai, on doit s'assurer que les liquides ne renferment ni acide sulfurique, ni acide azotique libres.

» Le procédé que je viens d'indiquer donne d'excellents résultats, et l'on pourrait lui reprocher sa trop grande sensibilité, si, comme certains physiologistes l'admettent, l'acide chlorhydrique se rencontre à l'état de liberté dans le suc gastrique. Je m'occupe maintenant de cette question, et, dans une prochaine séance, je demanderai à l'Académie la permission de lui exposer le résultat de mes études sur le suc gastrique de différents animaux. »

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain crétacé inférieur des Corbières.* Note de **M. F. Cayrol**, présentée par M. Milne Edwards.

« Dans une courte Note sur la Géologie de la Clape (1), j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie les conclusions auxquelles m'avaient conduit des observations sur le terrain de la craie inférieure de cette contrée; depuis

---

de chaux ou de magnésie et des chlorures sont fortement corrodés par la production de composés chloro-azotés; mais les conditions sont ici bien différentes.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 51.

lors, j'ai poursuivi ces études dans les Corbières, et, ici encore, je me trouve conduit à des conclusions différentes de celles de mes devanciers.

» Les Corbières ne sont pour moi que la Clape agrandie.

» Le point le plus élevé de la Clape atteint, en effet, 215 mètres d'altitude; les Corbières atteignent, en certains points, 1500 mètres. Les phénomènes qui ont donné à cette dernière contrée son relief actuel ont dû avoir une énergie beaucoup plus considérable que dans la première. Les vallées sont plus profondes, les failles plus grandes; aussi voyons-nous ici les rapport des couches de la Clape, avec le terrain jurassique, le gault et le crétacé supérieur.

» La base du terrain crétacé dans les Corbières n'est pas le calcaire à *Requienia Lonsdalii*, mais bien les assises inférieures qui, dans ma première Note, portent les numéros de 1 à 6. Partout où les failles ne les cachent pas, on voit sortir, de dessous le calcaire compact à Réquiénies, les couches inférieures, faciles à reconnaître à la constitution minéralogique des roches qui entrent dans leur formation, et souvent aux fossile, qui, je dois le dire, sont beaucoup plus rares qu'à la Clape. Une autre preuve à l'appui de cette conclusion, qui à mes yeux a une très-grande importance, c'est que l'on ne voit nulle part le calcaire à Réquiénies en contact avec les assises jurassiques, autrement que par faille.

» Au contraire, les assises inférieures de la Clape se voient, sur plusieurs points, reposant en stratification concordante sur des calcaires jurassiques, ce qui me fait conclure que, dans les Corbières, comme à la Clape, le terme le plus bas de la série néocomienne est représenté par le système calcaréo-argilo-marneux servant de base à la masse plus ou moins puissante de calcaire compacte à *Requienia Lonsdalii*.

» Quant aux rapports du gault avec l'étage néocomien, ils sont également faciles à établir. Cet étage, qui a une puissance très-grande dans les Corbières, n'est nullement représenté à la Clape. La onzième assise de ma première Note, que j'attribuais, avec doute, au gault, à cause de quelques fragments de Bélemnites, qui m'avaient paru se rapprocher du *B. minimus*, doit passer dans le crétacé supérieur et dans l'assise correspondante au grès d'Uchaux; la *Trigonia scabra*, trouvée par M. Tournol dans ces grès, ne permet pas d'avoir le moindre doute à cet égard. Le gault est représenté par une série de calcaires noirs, de grès, de schistes, avec des fossiles caractéristiques de cet étage : *Ammonites Milleti*, d'Orb.; *Nucula pectinata*, *N. bivirgata*, *Plicatula radiata*, *Trigonia Fittoni*, etc. Cet étage repose en

stratification concordante sur la zone supérieure à Orbitolines; mais ce contact ne se voit que très-rarement.

» Le gault, en effet, s'observe le plus souvent dans des vallées longitudinales, dirigées de l'est à l'ouest et bordées par des abruptes formés par le calcaire à Réquiénies. On serait porté à croire tout d'abord que ce calcaire avait été disloqué par des failles, et que c'est dans les vallées creusées à la suite de ces mouvements violents que le gault s'est déposé; mais la superposition, en stratification concordante, de cet étage sur la zone supérieure à Orbitolines, superposition que l'on voit sur quelques points, ne permet pas de s'arrêter un seul instant à cette explication.

» Les failles ont certainement joué un grand rôle dans la Clape; mais ce rôle est autrement important dans les Corbières; j'ai signalé une faille de 150 mètres dans la première contrée; dans les Corbières, il y a des failles de 1000 mètres. M. d'Archiac, qui a fait des Corbières une étude assez complète, a commis la même erreur que dans la Clape, c'est-à-dire qu'il a confondu en une seule zone mes deux zones à Orbitolines, et, plus encore, il a confondu ces puissantes assises du gault, qui occupent une très-grande surface, avec ses marnes néocomiennes. Les failles sont passées inaperçues pour ce savant géologue.

» Enfin, en terminant, je ne puis pas oublier de mentionner la contradiction qui existe entre mes conclusions et celles de M. Magnan. Ce géologue, dans une Note adressée à l'Académie, voit trois masses de calcaire à Réquiénies, dans les Corbières : la première reposant sur le jurassique, la seconde comprise entre mes deux zones à Orbitolines, la troisième en plein gault. J'ai vérifié les coupes de M. Magnan, et je suis convaincu personnellement que des failles seules ont pu mettre en contact des couches que l'on ne voit nulle part reposer en stratification concordante les unes au-dessus des autres.

» Je conclus donc que le terrain crétacé inférieur des Corbières est représenté :

» 1° Par un système calcaréo-argilo-marneux, zone inférieure à Orbitolines (n°s 1, 2, 3, 4, 5 et 6 du tableau de ma première Note);

» 2° Par une puissante masse de calcaire à *Requienia Lonsdalii* (n° 7 de mon tableau);

» 3° Par une seconde zone à Orbitolines (n°s 8, 9 et 10 de mon tableau);

» 4° Par le grand étage du gault, reposant en stratification concordante sur cette dernière assise. »

M. A. Houzeau adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Chevreul, une Note portant pour titre : « Azotimètre pour le titrage des engrais ».

M. Chevreul, en présentant à l'Académie la Note de M. Houzeau et l'appareil qui est décrit dans cette Note, déclare que l'auteur lui avait remis cette Communication avant le mois de décembre 1870; les événements qui se sont accomplis depuis cette époque expliquent comment elle était restée entre les mains de M. Chevreul.

M. Serre adresse, de Lons-le-Saulnier, une Note relative à un procédé de transmission des Correspondances dans les grandes villes, par l'emploi de siphons. Les Correspondances seraient renfermées dans des boîtes cylindriques, contenant des compartiments vides, de manière que leur poids fût toujours à peu près égal à celui de l'eau déplacée.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Belgrand.

M. J. Malinowski adresse, de Cahors, un certain nombre de documents nouveaux sur les gisements de phosphate de chaux naturel dans le midi de la France.

Ces documents seront soumis à l'examen de M. Daubrée.

M. P. Guyot adresse une Note relative à la coloration du ciel à Nancy, en octobre 1871.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

M. P. Charpentier adresse une Note concernant de nouvelles méthodes d'analyse volumétrique du fer, des alcalis et des acides minéraux.

M. P. Morin demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat deux travaux manuscrits sur lesquels il n'a pas été fait de Rapport.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 30 octobre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Le déluge mosaïque, l'histoire et la géologie; par M. l'abbé E. LAMBERT. Paris, 1870; in-8°.

Notice sur la dynamite, sa composition et ses propriétés explosives; par M. A. BRÜLL. Paris, 1870; br. in-8°. (Extrait des *Annales industrielles*.)

La dynamite, substance explosive, inventée par M. A. Nobel, *ingénieur suédois. Extrait d'une brochure allemande de* M. Isidor Trauzl; *par* M. P. BARBE. Paris, 1870; br. in-8°, avec planches.

La dynamite. Collection de documents rassemblés par M. P. BARBE. Paris, 1870; in-8°.

Observations des professeurs et docteurs Bolley, Kundt *et* Pestalozzi *sur les précautions à prendre pour transporter la dynamite sans danger.* Perpignan, 1871; br. in-8°. (Extrait de la *Revue polytechnique* de Zurich.)

Doctrine organo-psychique de la raison et de la folie. Réfutation du matérialisme, qui fait consister la raison et la folie dans l'état des cellules cérébrales; par M. J. FOURNET. Paris, 1870; br. in-8°.

Sur le diluvium de la vallée du Tarn; par M. E. COLLOMB. Paris, 1871; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*.)

Recherches sur la force électromotrice dans le contact des métaux et sur la modification de cette force par la chaleur; par M. EDLUND. Stockholm, 1871; in-4°.

Proceedings of the Scientific meetings of the Zoological society of London for the year 1871; part. I, january-march. London, 1871; in-8°.

Transactions of the Zoological society of London; vol. VII, part. 6. London, 1871; in-4°, avec planches.

L'Académie a reçu, dans la séance du 6 novembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Mécanique pratique. Aide-mémoire de mécanique pratique; par M. A. MORIN, Membre de l'Institut; 6e édition. Paris, 1871; in-8°.

Recueil de Mémoires de médecine, de chirurgie et de pharmacie militaires, publié par ordre du Ministre de la Guerre; 3ᵉ série, t. XV, XXV et XXVI. Paris, 1866-1871; 3 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1869. Nancy, 1870; in-8°.

Tables alphabétiques des matières et des noms d'auteurs contenus dans les trois premières séries des Mémoires de Stanislas (1750-1866); *par* M. SIMONIN père. Nancy, 1867; in-8°.

Comptes rendus des travaux du Congrès agricole libre tenu à Nancy, les 23, 24, 25 *et* 26 *juin* 1869, *sous la présidence de* S. Exc. M. Drouyn de Lhuys, *publiés au nom du Bureau; par* M. L. GRANDEAU. Paris, 1871; in-8° avec planches.

Comptes rendus des travaux du Congrès agricole de Lyon, séances des 21, 22, 23 *et* 24 *avril* 1869. Lyon et Paris, 1869; in-8°.

Comptes rendus des travaux de la Société des agriculteurs de France (session générale de décembre 1868). *Annuaire de* 1869. Paris, 1869; in-8°.

Comptes rendus des travaux de la Société des agriculteurs de France. (Deuxième session générale annuelle.) Annuaire de 1870. Paris, 1870; in-8°.

Société des agriculteurs de France. Congrès agricole de Beauvais, 1869. Beauvais, 1869; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Société des agriculteurs de France. Bulletin mensuel du 15 *juillet* 1869 *au* 1ᵉʳ *octobre* 1871. Paris, 1869-1871; in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1869-1870. Rouen, 1870; in-8°.

L'homme et la bête; par M. A. MANGIN. Paris, 1872; 1 vol. grand in-8° illustré.

Traité élémentaire de physique médicale; par M. le Dʳ W. WUNDT, *traduit, avec de nombreuses additions, par* M. le Dʳ Ferd. MONOYER. Paris, 1871; 1 vol. gr. in-8°, avec figures. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Description et usage de l'iconarithme, nouvel instrument destiné à faciliter l'étude des images fournies par les lentilles; par M. F. MONOYER. Strasbourg, 1872; br. in-8°.

Sur l'introduction du couteau linéaire dans la pratique de l'iridectomie. Lettre à M. le Dʳ E. Lauth; *par* M. F. MONOYER. Strasbourg, 1871; opuscule in-8°.

Les petites Chroniques de la science; par M. S. HENRY BERTHOUD; 10ᵉ et dernière année. Paris, 1872; 1 vol. in-12.

Discussions sur les principes de la mécanique. Examen critique des principales théories ou doctrines admises ou émises en cette science; par M. F. COYTEUX. Paris, 1870; 1 vol. in-8°.

Exposé du mouvement de la population et des maladies dominantes au Havre en 1870; *par* M. A. LECADRE. Paris et le Havre, 1871; br. in-8°.

Calculs de l'urèthre et des régions circonvoisines chez l'homme et chez la femme; par M. BOURDILLAT. Paris, 1869; in-8°.

Mémoires sur les hémorrhagies intra-vésicales; par M. BOURDILLAT. Paris, 1871; in-8°.

(Ces deux ouvrages de M. Bourdillat sont renvoyés à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie, année 1872.)

Solution du problème de diviser l'angle en trois parties égales par des lignes droites et circulaires; par M. H.-O. BLOM. Christiania, 1871; br. in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, 7e série, t. XVII, n° 5. *Untersuchungen über die construction identischer aräometer, etc.; von* M. H. VON JACOBI. Saint-Pétersbourg, 1871; in-4°.

Anales del Museo publico de Buenos-Aires, etc.; por G. BURMEISTER; entrega octava, segunda tel tomo segundo. Bueno-Aires, 1871; in-4°.

Investigaciones cientificas; por J. LIEVANO. Bogota, 1871; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 23 octobre 1871.)

Page 1014, ligne 9, *au lieu de :* 284 centimètres cubes, *lisez :* 294 centimètres cubes.

(Séance du 30 octobre 1871.)

Page 1042, ligne 2, *au lieu de :* Aluminium, *lisez :* Alumine.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Oct. 1871.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres anciens. Salle méridienne.			Thermomètres nouveaux. Terrasse du jardin (1).			Température moyenne de l'air (2)		Température moyenne du sol (2)			Thermomètre noir dans le vide (T – t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		Minima.	Maxima.	Moyennes.	Minima.	Maxima.	Moyennes.	à 13m,7.	à 33m,0.	à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.					
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	741,5	8,3	16,2	12,25	7,8	17,2	12,50	13,1	12,9	13,70	13,84	15,05	7,0	9,37	81,0	»	14,5
2	742,0	8,8	15,4	12,10	10,2	16,9	13,55	13,1	12,8	13,96	14,05	14,93	9,5	8,68	73,8	«	16,0
3	742,6	9,2	14,1	11,65	8,4	15,4	11,90	10,2	9,9	13,16	13,65	14,82	8,3	7,42	75,8	»	8,0
4	750,7	5,0	13,9	9,45	4,5	16,5	10,50	9,8	9,7	12,75	12,96	14,30	14,6	7,75	80,3	»	6,0
5	754,5	7,4	15,0	11,20	6,4	17,4	11,90	11,7	11,6	12,99	13,12	14,17	7,7	7,92	72,8	»	5,5
6	757,1	7,6	16,4	12,00	6,8	18,6	12,70	12,8	12,6	13,46	13,36	14,12	6,1	9,27	80,5	»	9,5
7	753,0	10,4	17,2	13,80	9,8	17,8	13,80	14,8	14,5	14,05	13,95	14,49	3,8	9,51	74,8	»	7,5
8	754,3	13,4	17,1	15,25	12,8	19,7	16,25	13,3	12,7	14,63	14,53	14,69	2,1	9,80	82,5	»	9,5
9	760,6	8,3	13,1	10,70	7,3	14,2	10,75	10,3	9,9	12,91	13,32	14,46	6,8	7,19	72,5	»	5,5
10	765,8	6,3	13,2	9,75	4,6	14,8	9,70	9,7	9,5	11,80	12,27	13,81	13,3	6,48	69,5	»	2,5
11	760,6	4,6	12,4	8,50	3,0	13,0	8,00	9,1	8,8	11,19	11,58	13,16	7,1	7,31	81,0	«	0,5
12	765,5	5,3	12,2	8,75	5,0	13,8	9,40	8,4	8,4	10,82	11,54	12,97	13,3	6,64	81,8	»	1,0
13	768,3	3,6	12,1	7,85	2,2	13,4	7,80	8,5	8,3	9,88	10,60	12,43	13,2	6,44	77,8	»	0,5
14	762,6	3,6	11,6	7,60	1,5	13,4	7,45	7,3	7,3	9,16	9,95	11,89	11,8	6,13	79,5	»	0,5
15	758,5	3,6	11,9	7,75	1,3	14,5	7,90	6,6	6,5	8,72	9,48	11,45	8,4	5,99	81,3	»	0,5
16	757,0	1,2	12,7	6,95	0,1	15,0	7,55	6,6	6,5	8,91	9,41	11,15	9,6	6,82	87,3	»	0,5
17	758,5	5,2	15,5	10,35	4,4	17,8	11,10	9,6	9,5	10,22	10,38	11,36	9,4	8,13	85,0	»	0,0
18	755,4	5,5	18,3	11,90	4,6	19,5	12,05	12,6	12,3	11,54	11,31	11,80	6,0	10,09	87,5	«	0,0
19	751,0	10,7	20,3	15,50	10,3	22,3	16,30	15,3	15,3	13,55	13,09	12,76	11,9	11,68	83,5	»	0,0
20	752,3	11,5	17,7	14,60	10,7	19,5	15,10	14,4	14,4	13,99	13,66	13,39	3,9	11,12	88,0	»	0,0
21	759,1	11,9	15,1	13,50	11,3	17,2	14,25	12,5	12,4	13,67	13,65	13,72	3,3	9,44	82,3	»	0,0
22	766,2	8,7	13,9	11,30	8,7	16,4	12,55	9,2	9,1	11,64	12,18	13,40	10,1	7,38	81,0	»	7,0
23	764,4	4,9	12,7	8,80	3,1	13,8	8,45	8,5	8,5	10,31	10,79	12,48	7,8	7,01	81,0	»	0,5
24	760,3	4,9	8,7	6,80	4,3	9,4	6,85	6,7	6,6	9,98	10,42	11,89	2,5	6,84	89,5	»	0,0
25	762,7	5,8	11,7	8,75	5,5	12,5	9,00	7,7	7,5	9,85	10,40	11,59	6,4	6,74	82,8	»	0,5
26	764,9	1,2	3,1	2,15	0,6	2,8	1,70	0,6	0,5	6,77	8,25	10,86	2,1	4,43	92,3	»	0,0
27	758,9	-1,0	1,2	0,10	-2,6	1,6	-0,50	-1,1	-1,4	6,09	6,96	9,53	1,5	4,14	94,3	»	0,0
28	755,2	-2,1	4,8	1,35	-2,8	5,5	1,35	0,6	0,5	5,24	6,28	8,82	4,4	4,66	93,3	»	5,5
29	749,3	-0,6	11,5	5,45	-1,8	12,8	5,50	6,4	6,3	6,06	6,47	8,32	9,7	5,76	79,3	»	0,0
30	748,3	3,8	11,3	7,55	2,8	12,2	7,50	8,3	8,2	7,54	7,65	8,66	2,4	7,00	83,3	»	0,0
31	748,7	8,4	12,7	10,55	8,3	13,2	10,75	11,1	10,9	9,16	9,05	9,38	1,3	7,30	72,8	»	0,0
Moy.	756,4	5,98	13,00	9,49	5,13	14,45	9,79	9,28	9,11	10,89	11,23	12,45	7,27	7,56	81,5	»	3,3

(1) Partie du jardin qui se trouve au niveau du premier étage de l'Observatoire.
(2) Moyenne des observations à 9 h. M., midi, 9 h. S., minuit.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Oct. 1871.

Dates.	Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Pluie. Terrasse (1).	Cour.	Évaporation.	Vents. Direction et force.	Nuages.	Nébulosité.	Remarques.
	° ′	° ′		mm	mm					
1	17.43,7	65.44,5	4,6148	7,9	?	»	OSO as. fort.	OSO	0,8	»
2	37,6	44,9	4,6318	8,1	7,6	»	OSO as. fort.	OSO	0,5	»
3	37,0	44,8	4,6324	2,6	2,4	»	ONO modéré.	O	0,9	»
4	37,2	45,7	4,6289	4,1	4,1	»	OSO faible.	OSO	0,4	»
5	38,8	45,2	4,6296	0,3	0,3	»	O faible.	O	0,5	»
6	38,5	44,5	4,6254	»	»	1,0	OSO faible.	OSO	0,8	»
7	37,3	44,6	4,6341	0,2	0,2	0,7	OSO faible.	OSO	0,8	»
8	37,7	43,8	4,6386	0,1	0,1	0,8	N faible.	NO	1,0	»
9	37,5	44,2	4,6436	6,7	6,5	»	ENE faible.	»	0,7	»
10	35,4	43,8	4,6411	»	»	1,0	NNO faible.	NO	0,2	»
11	37,2	45,2	4,6325	»	»	0,8	NNE faible.	NE	0,7	»
12	37,4	43,8	4,6311	5,8	6,0	»	E faible.	»	0,1	»
13	37,0	44,9	4,6253	»	»	0,4	ENE faible.	»	0,0	»
14	34,3	45,6	4,6349	»	»	0,9	SO tr.-faible.	»	0,0	»
15	35,4	47,3	4,5917	»	»	1,0	SO faible.	»	0,3	»
16	36,5	46,2	4,6015	»	»	1,0	SO faible.	»	0,1	»
17	35,1	46,7	4,6140	»	»	1,2	SO faible.	»	0,7	»
18	37,8	44,8	4,6321	»	»	0,7	SO faible.	»	0,7	»
19	36,6	45,5	4,6176	»	»	2,4	SSE modéré.	SO	0,2	»
20	40,1	45,5	4,7241	»	»	1,7	SO faible.	SSO	0,9	»
21	40,7	44,3	4,6142	1,1	1,2	»	O faible.	OSO	0,9	»
22	37,5	45,8	4,6176	0,4	0,4	0,2	ONO faible.	ONO	0,3	»
23	38,8	45,1	4,6309	»	»	0,6	N faible.	NNE	0,1	»
24	39,1	44,5	4,6031	»	»	0,0	N faible.	NE	1,0	»
25	36,2	44,7	4,6184	»	»	1,0	NNO faible.	NE	0,5	»
26	35,7	45,5	4,5935	»	»	0,7	N faible.	»	0,4	»
27	40,5	45,8	4,6006	»	»	0,0	O faible.	»	0,0	»
28	35,6	44,8	4,5944	»	»	2,3	OSO faible.	»	0,0	»
29	35,3	44,8	4,5887	»	»	0,0	SSE faible.	»	0,3	Halo vers $10^h 45^m$ du soir.
30	36,4	44,7	4,6073	»	»	2,0	SSE faible.	S	1,0	»
31	36,2	43,7	4,5932			0,0	SE modéré.	SE	1,0	»
Moy.	17.37,4	65.45,0	4,6222	37,3	?	»			0,51	

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS. — OCTOBRE 1871.

Résumé des observations régulières.

Les moyennes comprises dans la dernière colonnne du tableau sont déduites des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit, sauf le cas d'indications spéciales. Les autres colonnes renferment les moyennes mensuelles des observations faites aux heures indiquées en tête des colonnes.

	8^h M.	9^h M.	Midi.	3^h S.	6^h S.	9^h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	756,78	756,83	756,44	756,20	756,40	756,72	756,57	756,64
Pression de l'air sec	749,65	749,38	748,31	748,01	748,53	749,28	749,35	749,08
Température moyenne des maxima et minima de la salle méridienne								9,49
» » du jardin								9,79
Thermomètre à mercure (salle méridienne)	7,43	9,01	12,00	12,82	10,75	9,16	8,22	9,60
» (jardin), t	7,30	9,02	12,97	12,97	10,08	8,48	7,58	9,51
Thermomètre à alcool incolore (jardin)	6,98	8,67	12,64	12,66	9,80	8,21	7,32	9,21
Thermomètre électrique (13^m,7)	7,05	8,57	11,97	12,78	10,26	8,70	7,86	9,28
» (33^m,0)	6,87	8,37	11,69	12,56	10,14	8,61	7,77	9,11
Thermomètre noir dans le vide, T	10,70	17,33	26,38	20,95	9,47	7,93	7,08	14,68
Excès ($T-t$)	3,40	8,31	13,41	7,98	−0,61	−0,56	−0,50	5,17
Température moyenne T′ déduite des observations diurnes 9 h. M., midi. 3 h. et 6 h S.								18,53
Température moyenne ($T'-t'$)		»		»				7,27
Thermomètre de Leslie (du 14 au 31)	2,10	4,21	5,81	4,23	0,00	"	"	(3,56)
Température du sol à 0^m,02	10,04	10,38	11,79	12,16	11,43	10,89	10,52	10,89
» 0^m,10	10,78	10,79	11,26	11,82	11,85	11,56	11,31	11,23
» 0^m,30	12,46	12,44	12,39	12,32	12,39	12,47	12,49	12,45
Tension de la vapeur en millimètres	7,13	7,45	8,13	8,19	7,87	7,44	7,22	7,56
État hygrométrique en centièmes	87,6	82,4	69,4	70,1	81,5	85,6	88,5	81,5
Inclinaison magnétique 65° +	44′,46	45′,01	44′,80	43′,73	43′,66	43′,85	44′,20	44′,47
Déclinaison magnétique 17° +	36,50	37,42	45,82	44,24	39,75	37,65	37,08	39,49
Pluie en millimètres [udomètre de la terrasse (total du mois)]								37,3
» (udomètre du jardin)	15,4	3,5	0,9	11,5	2,0	8,3	3,6	45,2